

**МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА  
ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

(науково-практичний журнал)

**МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА  
И ИНЖЕНЕРИЯ**

(научно-практический журнал)

**MEDICAL INFORMATICS  
AND ENGINEERING**

(scientific-practical journal)

**1 (41) / 2018**

**Головний редактор** – О. П. Мінцер.  
**Відповідальний секретар** – К. О. Чалий.

**Редакційна рада:**

В. Ю. Биков,  
І. Є. Булах,  
О. П. Волосовець,  
Ю. В. Вороненко,  
Б. А. Кобрінський,  
Ю. М. Колесник,  
М. М. Корда,  
В. Г. Кремень,  
В. А. Міхньов,  
О. С. Никоненко,  
О. В. Палагін,  
М. Д. Тронько,  
О. В. Чалий,  
Ю. І. Якименко.

**Редакційна колегія:**

Р. А. Абизов,  
М. Ю. Антомонов,  
Г. Л. Апанасенко,  
Л. Ю. Бабінцева (заст. гол. ред.),  
М. Ю. Болгов,  
Д. В. Вакуленко (заст. гол. ред.),  
В. В. Вишневецький,  
Л. С. Годлевський,  
Т. А. Грошовий,  
Л. Л. Давтян,  
І. Й. Єрмакова,  
С. М. Злепко,  
І. С. Зогуля,  
В. М. Ільїн,  
В. В. Кальниш,  
О. Л. Ковальчук,  
О. І. Корнелюк,  
А. Л. Косаковський,  
В. В. Краснов,  
П. П. Лошицький,  
К. Г. Лябах,  
Ю. Є. Лях,  
О. Ю. Майоров,  
В. П. Марценюк (заст. гол. ред.) (Польща),  
І. Р. Мисула,  
Є. А. Настенко,  
О. А. Панченко,  
М. С. Пономаренко,  
О. А. Рижов,  
В. І. Тимофєєв,  
Г. С. Тимчик,  
А. Г. Шульгай.

**МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

(науково-практичний журнал)

**МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА И ИНЖЕНЕРИЯ**

(научно-практический журнал)

**MEDICAL INFORMATICS AND ENGINEERING**

(scientific-practical journal)

Заснований у 2008 році.

Виходить 4 рази на рік.

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

**Журнал «Медична інформатика та інженерія»:**  
**включено до переліку наукових фахових видань 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 Index Copernicus, Ulrichswab, Directory of Open Access Journals, Google Scholar.**

**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) 205-49-06, e-mail: mijournal@nmapo.edu.ua,  
Web-site: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/),  
<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 (від 14.02.2018, протокол № 2) та вченою радою Тернопільського державного медичного університету імені І. Я. Горбачевського (від 27.02.2018, протокол № 3). Журнал видається за сприяння Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Номер видано за сприяння освітньої інтернет-платформи Accemedip.com.

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 28.03.2018. Формат 60x84/8.  
Папір офсет. Ум. друк. арк. 13,95. Обл.-вид. арк. 13,31.  
Тираж 600 прим. Зам. № 29/04-18.

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, 2018  
© Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського, 2018

**ЗМІСТ**

**CONTENTS**

- О. П. Мінцер, Л. Ю. Бабінцева, Н. В. Харченко*  
**ЩОДО ПАРАДИГМИ ПОЄДНАННЯ СИСТЕМНО-БІОЛОГІЧНИХ І СИСТЕМНО-МЕДИЧНИХ УЯВЛЕНЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НОВОГО ПОГЛЯДУ НА ДІАГНОСТИКУ ТА ЛІКУВАННЯ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ**
- В. П. Марценюк, А. Клос-Вітковська, А. С. Сверстюк*  
**ВИВЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ІММУНОСЕНСОРІВ З ПОГЛЯДУ НА МЕДИЧНІ ЗАВДАННЯ**
- В. П. Карленко, О. П. Мінцер, О. В. Сарканич, Б. В. Карленко*  
**ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СКЛАДОВИХ МЕДИЧНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПАСПОРТА ЛЮДИНИ**
- В. З. Стецюк, Т. П. Іванова, І. П. Муха, Л. Ю. Бабінцева, Н. В. Ольхович, Ю. М. Чиж*  
**РОБОЧЕ МІСЦЕ ЛІКАРЯ-ПЕДІАТРА**
- О. П. Мінцер, Т. Ю. Дубініна*  
**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ТЯЖКОСТІ ТА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДІТЕЙ З ЮВЕНІЛЬНИМ РЕВМАТОЇДНИМ АРТРИТОМ**
- О. П. Мінцер, В. В. Приходнюк, О. Є. Стрижжак, О. М. Шевцова*  
**ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРАКТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ**
- В. П. Марценюк, І. Є. Андрущак, І. В. Цікорська*  
**ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНОГО ДОГЛЯДУ ЗА ХВОРИМИ З ПІДТРИМКОЮ АЛГОРИТМІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КЛАСИФІКАТОРА ICNP**
- В. І. Кривенко, І. С. Качан, І. В. Непрядкіна, О. П. Федорова, М. Ю. Колесник, С. П. Пахомова, Т. Ю. Радомська*  
**ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-ФОРМ ЯК ЗАСОБУ ВИКЛАДАННЯ В ІНТЕРНАТУРІ**
- О. І. Рябуха*  
**ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ПІДХОДІВ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ КЛІТИНИ**
- 5 *O. P. Mintser, L. Yu. Babintseva, N. V. Kharchenko*  
**ABOUT THE PARADIGM OF COMBINING SYSTEM-BIOLOGICAL AND SYSTEMIC-MEDICAL REPRESENTATIONS FOR FORMING A NEW LOOK AT DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF ISCHEMIC HEART DISEASE**
- 13 *V. P. Martsenyuk, A. Klos-Witkowska, A. S. Sverstyuk*  
**STUDY OF CLASSIFICATION OF IMMUNOSENSORS FROM VIEWPOINT OF MEDICAL TASKS**
- 20 *V. P. Karlenko, O. P. Mintser, O. V. Sarkanych, B. V. Karlenko*  
**THEORETICAL AND METHODOLOGICAL, AND PRACTICAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SPECIALIZED COMPONENTS OF THE MEDICAL ELECTRONIC PASSPORT OF THE PERSON**
- 37 *V. Z. Stetsyuk, T. P. Ivanova, I. P. Muha, L. Yu. Babintseva, N. V. Olhovych, Yu. M. Chyzh*  
**WORKPLACE OF A PEDIATRICIAN**
- 42 *O. P. Mintser, T. Yu. Dubinina*  
**INFORMATION TECHNOLOGIES FOR EVALUATION OF SEVERITY AND MONITORING OF CHILDREN'S STATE WITH JUVENILE RHEUMATOID ARTHRITIS**
- 47 *O. P. Mintser, V. V. Prykhnodnyuk, O. Ye. Stryzhak, O. M. Shevtsova*  
**TRANSDISCIPLINARY REPORTING OF INFORMATION WITH INTERACTIVE DOCUMENTS**
- 53 *V. P. Martsenyuk, I. Ye. Andrushchak, I. V. Tsikorska*  
**INFORMATION MODELS OF GENERAL NURSING CARE FOR PATIENTS WITH SUPPORT FOR DECISION ALGORITHMS BASED ON THE ICNP CLASSIFIER**
- 62 *V. I. Kryvenko, I. S. Kachan, I. V. Nepryadkina, O. P. Fedorova, M. Yu. Kolesnyk, S. P. Pakhomova, T. Yu. Radomska*  
**ADVANTAGES OF ONLINE FORMS AS A MEANS OF TEACHING OF INTERNSHIP**
- 67 *O. I. Ryabukha*  
**PERSPECTIVES OF APPLYING NEW APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION OF MATHEMATICAL TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF CELL ACTIVITY**

**Інформаційне повідомлення**

*V. Savchenko*

**ТЕХНОЛОГІЯ «ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ»  
У СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МЕДИЧНИХ  
ВИДАННЯХ**

**76 Information message**

*V. Savchenko*

**«AUGMENTED REALITY» TECHNOLOGY IN  
SPECIALIZED MEDICAL EDITIONS**

**Інформація для авторів**

**80 Information for Authors**

УДК 61:007:616.12-005.4-07-08:576:001.8  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8886>

## ЩОДО ПАРАДИГМИ ПОЄДНАННЯ СИСТЕМНО-БІОЛОГІЧНИХ І СИСТЕМНО-МЕДИЧНИХ УЯВЛЕНЬ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НОВОГО ПОГЛЯДУ НА ДІАГНОСТИКУ ТА ЛІКУВАННЯ ІШЕМІЧНОЇ ХВОРОБИ СЕРЦЯ

О. П. Мінцер, Л. Ю. Бабінцева, Н. В. Харченко

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

Досліджено можливості створення інтелектуального мосту між даними системної біології та системної медицини. Показано, що потребують створення імітаційні моделі *in silico* для визначення ролі тригерних реакцій, тригерних каскадів у виникненні патології. Необхідна структуризація накопичених медичних знань, побудова онтологічних моделей знань різного рівня.

**Ключові слова:** системно-біологічні та системно-медичні уявлення, діагностика та лікування ішемічної хвороби серця, інтелектуальний міст, тригерні механізми, тригерні каскади.

## ABOUT THE PARADIGM OF COMBINING SYSTEMIC BIOLOGY AND SYSTEMIC MEDICINE REPRESENTATIONS FOR FORMING A NEW LOOK AT DIAGNOSTICS AND TREATMENT OF ISCHEMIC HEART DISEASE

O. P. Mintser, L. Yu. Babintseva, N. V. Kharchenko

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

The possibilities of creating an intellectual bridge between the data of systemic biology and systemic medicine are explored. It is shown that creation of imitation models *in silico* are required to determine the role of trigger reactions, trigger cascades in the appearance of pathology. It is necessary to structure the accumulated medical knowledge, build ontological models of knowledge of different levels.

**Key words:** systemic biology and systemic medicine representations, diagnostics and treatment of coronary heart disease, intellectual bridge, trigger mechanisms, trigger cascades.

## О ПАРАДИГМЕ СОЧЕТАНИЯ СИСТЕМНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-МЕДИЦИНСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НОВОГО ВЗГЛЯДА НА ДИАГНОСТИКУ И ЛЕЧЕНИЕ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

О. П. Минцер, Л. Ю. Бабинцева, Н. В. Харченко

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

Исследованы возможности создания интеллектуального моста между данными системной биологии и системной медицины. Показано, что требуют создания имитационные модели *in silico* для определения роли триггерных реакций, триггерных каскадов в возникновении патологии. Необходима структуризация накопленных медицинских знаний, построение онтологических моделей знаний разного уровня.

**Ключевые слова:** системно-биологические и системно-медицинские представления, диагностика и лечение ишемической болезни сердца, интеллектуальный мост, триггерные механизмы, триггерные каскады.

**Вступ.** Останніми роками швидкого росту набули **системна біологія** та **системна медицина**. Головною метою напрямів стало узагальнення принципів функціонування клітин, тканин, органів та організму в цілому. Загальні теоретичні уявлення базуються на **принципах математичного моделювання**. Вони зазвичай включають метаболічні або сигнальні мережі.

Перспективи системної біології пов'язані зі створенням кращого розуміння складних захворювань серцево-судинної системи. Завдяки використанню методології системної медицини передбачається забезпечити міждисциплінарний та трансдисциплінарний підходи до проблем кардіології та інших напрямів медицини. Кардіологи, дослідники серцево-судинної системи, практикуючі лікарі та науковці з інших галузей знань у прагненні визначити моделі здоров'я та межі хвороб матимуть тісніші зв'язки, що тепер називаються системною медициною [30]. Однак значення системної біології та системної медицини обумовлюється більш важливими факторами, й передусім відсутністю ідеології інтеграції у сучасній медицині [2, 4].

Внутрішня медицина (internal medicine) існує вже понад 130 років, проте досі відсутнє чітке загальноприйняте визначення цього терміну. Основні принципи «інтерністики» сформульовані ще В. Ослером (William Osler, 1849–1919). Відповідно до його поглядів, інтерніст — широко освічений експерт, який працює в клініці, викладає медицину в університеті, має фундаментальну підготовку в галузі патофізіології [26].

Цей ідеал піддається сьогодні серйозній ревізії у зв'язку з розвитком біомедичних технологій, швидким їх впровадженням у практику, еволюцією клінічного мислення лікарів — від пацієнта до інструменталізму («інженерна» модель відносин лікаря і пацієнта), розвитком «вузьких» спеціальностей, субспеціальностей, зростаючою популярністю сімейної медицини. Відмітимо, що й сімейна, й внутрішня медицина починалися в контексті загальної практики, основи якої закладалися Гіппократом і включали поняття цілісного організму.

З кінця ХХ століття інтенсивно обговорюється питання про майбутнє внутрішньої медицини, функції якої замінюються на практиці субспеціалістами (кардіологами, пульмонологами, гастроентерологами, гепатологами, нефрологами тощо). Ця диференціація продовжує поглиблюватися та розширюватися. Як наслідок, намітився істотний розрив між лікарем і пацієнтом, усе менше

спеціалістів, які в змозі сприйняти пацієнта як цілісний об'єкт, осмислити зв'язок між патологією різних органів і систем, зробити правильний вибір із безлічі способів впливу на патологію, що призначаються різними субспеціалістами. Відповідно є серйозна підозра, що внутрішня медицина стає «зникаючою спеціальністю».

Повернемося до серцево-судинних захворювань. Складні нелінійні взаємовідносини факторів, що включають безліч екологічних і генетичних показників, обумовлюють нескінчену кількість клінічних варіантів патологічної картини. Останніми роками технологічні досягнення дозволили визначити біологічні системи на глобальному рівні, породивши надію, що в поєднанні з обчислювальними підходами можна скласти адекватну та повну модель виникнення і розвитку серцевої патології [22].

Поступово формується нова парадигма медицини, що базується на створенні методології біологічних і медичних систем, інтеграції знань у різних сучасних областях. Це призводить до кращого розуміння самих складних синдромів. Упровадження нового інструменту під назвою «системна біологія» для клінічних кардіологів і дослідників серцево-судинної системи вказує на інтегрування даних із «омікс»-наук до серцево-судинних захворювань.

Слід підкреслити, що незважаючи на успіхи в терапії реперфузії міокарда, гостре його пошкодження під час ішемії / реперфузії і, як наслідок, ішемічна серцева недостатність, є основною причиною захворюваності та смертності в промислово розвинених країнах. З огляду на складну патофізіологію ішемічної хвороби серця, великомасштабні неупереджені глобальні підходи, здатні ідентифікувати кілька гілок сигнальних мереж, активованих при ішемії / реперфузії міокарда, можуть бути більш успішними в пошуку нових діагностичних або терапевтичних методів із високою пропускну здатністю, враховуючи геномні дослідження, епігенетичні модифікації, а також пов'язані профілі експресії генів. Ізольований «omics»-аналіз зазвичай забезпечує масив даних, що вимагають масштабного їх зберігання, великих обчислювальних ресурсів і складних інструментів біоінформатики. Можливість інтеграції різних «omics» дає нову надію краще зрозуміти молекулярну схему активованої ішемії міокарда, помістивши її в контексті людської «diseasome». Оскільки зміни експресії генів серця послідовно пов'язані з патофізіологією ішемічної хвороби

серця, інтеграція епігеномних і транскриптомних даних представляється перспективним підходом до виявлення важливих мереж захворювань [14].

Отже, застосування **системного підходу** до серцево-судинних захворювань надасть змогу виділити потенційні можливості й обмеження такого підходу, а також розробити рекомендації щодо оптимізації пошуку нових діагностичних або терапевтичних цілей при ішемічній хворобі серця в постгеномну епоху.

**Мета роботи:** створення інтелектуального мосту між технологіями та результатами системної біології та можливістю їх активного впровадження в системній медицині.

**Результати та їх обговорення.** Протягом останніх 10 років спостерігається суттєва зміна парадигми в розумінні механізмів атерогенезу. Зважаючи на сам результат пасивного накопичення ліпідів у стінці судин, атеросклероз тепер класифікується як активний запальний стан. Нові дані показують, що атеросклероз виникає внаслідок складного впливу генетичних, екологічних і поведінкових змінних на системне та локальне запалення через складну мережу молекул, клітин та органів. Завдяки недавнім технологічним досягненням високопродуктивних «оміксів» вже виявлено безліч генів, білків і клітин, що беруть участь в атеросклеротичному каскаді. Проте потрібно зробити ще багато кроків, щоб повністю використати цю інформацію, покращити стратифікацію та антиатеросклеротичну терапію, забезпечити безперервні зусилля з пошуку нових біомаркерів для досягнення високої діагностичної точності прогнозування серцевих захворювань, особливо ішемічної хвороби серця (ІХС).

**Постановка проблеми.** Останніми десятиліттями інтеграційна біологія почала успішно доповнювати біологію, засновану на редукціоністському підході. Одногенні або однофакторно сфокусовані підходи виявили багато компонентів біологічних систем, а також їхні властивості та взаємодії. Проте для розуміння динамічних властивостей системи окремі частини необхідно вивчати в контексті «одне з одним». Системна біологія об'єднує дані всередині або між молекулярними рівнями біологічних систем. Основною спрямованістю системної біології є побудова динамічних мереж, щоб зрозуміти, як виконується біологічна функція. Прикладами біологічних мереж є генні мережі, транскрипційні мережі, білково-білкові інтерактивні мережі та метаболічні мережі [28].

Розуміння кардіоміопатії значно покращилося завдяки вдосконаленню скринінгу та виявленню дефектів генів у геномі людини, а також різноманітним новим моделям на тваринах (миші, дрозофіли) та обчислювальним моделям *in silico*. Ці нові експериментальні інструменти створили платформу, що є високо комплементарною природі кардіоміопатії у тварин. Повністю комплексний підхід — це значний крок вперед у розумінні молекулярних основ і патогенезу кардіоміопатії. Нарешті, нові технології, зокрема CRISPR/cas9, що вже довели свою ефективність, у даний час використовують для конструювання саркомера при кардіоміопатії у більшості тварин, зокрема свиней і приматів. Конструювання дефектів саркомерного білка кардіоміоцитів людини сприятиме подоланню розриву, щоб перевести терапевтичні мішені з дрібних тварин і в моделях *in silico* до хворої людини з «саркомерною» кардіоміопатією [7].

Зупинимось також на методології тригерного аналізу. Вважаємо, що тригерні механізми є одними з найважливіших особливостей біологічних систем. Саме вони забезпечують їх здатність перемикатися з одного режиму функціонування на інший, що відповідає кільком стійким стаціонарним станам системи. В багатьох роботах описано не тільки приклади, що демонструють можливість нелінійної біохімічної системи знаходитися в кількох можливих стаціонарних станах, але й можливості та умови переходів із одного стану в інші. Так, визначено силове та параметричне перемикання, інші варіанти переходу [1].

Сьогодні розуміння тригерних механізмів і тригерних каскадів знаходить широке застосування й у клінічній практиці.

Функціональна медицина орієнтована на пацієнта, а не на хворобу. Основними науковими концепціями патогенезу хвороби є антецеденти, тригери та медіатори. Антецеденти є факторами, генетичними або набутими, що призводять до хвороби; тригери є факторами, що провокують симптоми й ознаки хвороби; медіатори є факторами, біохімічними або психосоціальними, що сприяють патологічним змінам і дисфункціональним реакціям. Розуміння антецедентів, тригерів і медіаторів, що лежать в основі хвороби або дисфункції у кожного пацієнта, дозволяє терапії бути орієнтованою на потреби людини. Звичайний діагноз, встановлений пацієнтові, може бути корисним при визначенні правдоподібних антецедентів, тригерів або медіаторів для кожного пацієнта, але

сам собою не є адекватним для планування догляду за пацієнтом.

Застосування моделі персоналізованого діагнозу для пацієнтів полегшує розпізнавання порушень, що характерні для людей із хронічним захворюванням. Дієта, харчування та вплив екологічних токсинів відіграють центральну роль у функціональній медицині, тому що вони можуть призводити до хвороби, провокувати симптоми та модулювати активність біохімічних медіаторів за допомогою складного і різноманітного набору механізмів. Пояснення цих механізмів є ключовим завданням функціональної медицини [15]. Методи й інструменти інформатики та математичного моделювання грають вирішальну роль у розвитку сучасних галузей молекулярної та клітинної біології, біофізики, структурної біології, фундаментальної медицини, генної інженерії, фізіології. Однією з найважливіших особливостей функціонування біологічних систем є можливість перемикання з одного режиму на інший, так званий тригерний режим. Використання тригерних форматів дає можливість отримати стратегічні висновки підходів при поясненні ключових проблем життя та загибелі організму. Вивчення тригерних механізмів функціонування набуло широкого застосовування в медичних дослідженнях [24, 25, 27]. Серед таких проблем особливий інтерес представляють проблеми програмованої клітинної смерті [3].

Деякі з цих ефектів можуть виникати з плином часу, як із прискоренням прогресування атеросклерозу, або, скоріше, раптово, як із ініціюванням аритмії або інфаркту міокарда гострими запальними реакціями, зміною адгезії тромбоцитів або судинною ендотеліальною дисфункцією. Гемодинамічні фактори впливають на всі форми судинного росту. На особливу увагу заслуговує стрес, але інші чинники, такі як кругове розтягування, однаково важливі для підтримки цілісності моделі судинної мережі. Хоча ці гемодинамічні сили є визначальними факторами виникнення та структури судинної мережі, вони, зі свого боку, піддаються структурним змінам у кровоносних судинах, таким як підвищена артеріальна жорсткість при хронічній артеріальній гіпертензії та старінні. Це призводить до взаємодії між різними силами (біомеханічними силами) та судинними елементами. Хоча багато молекулярних медіаторів біомеханічних сил, як і раніше, необхідно ідентифікувати, існує безліч доказів причинної ролі цих сил у процесах росту судин. Крім того, вплив супутньої патології

призводить до розладів процесів, змінивши або біомеханіку, або їх трансдукцію в біологічні сигнали. Зокрема ендотеліальна дисфункція, цукровий діабет, гіперхолестеринемія та вік впливають на механосенсибілізацію та передавання сигналів потоку, тим самим підкріплюючи їх вплив на стан здоров'я серцево-судинної системи [13, 16].

Застосування системної біології у такій клінічній царині, як системна медицина, засноване на ідентифікації важливих молекулярних і екологічних взаємодій, що впливають на генезис і прогресування захворювань серця. Ці взаємодії простягаються від міжмолекулярних і мережних рівнів до клінічного рівня та фенотипів. Серцево-судинні захворювання за походженням є складними та багатограними з численними факторами (генетичними, молекулярними, запальними і зовнішніми — навколишнім середовищем), що активно взаємодіють [12]. Прогресування серцевої недостатності з погляду на системну біологію вивчалось при застосуванні таких концепцій: серцева недостатність; серцева недостатність із збереженою фракцією викиду; серцева недостатність зі зниженою фракцією викиду; симпатична адренергічна система; ліпопротеїни низької щільності, мікроРНК [17].

Подальше розроблення **методології персоналізованої медицини** може допомогти в поліпшенні ідентифікації ризику та максимізації переваг індивідуального лікування. Обговорюються напрями розроблення ефективних стратегій прогнозування та лікування серцево-судинних захворювань з масштабним використанням геномних моделей метаболізму (genome-scale metabolic models — GEMs), а також інших біологічних системних підходів [10]. Поломки регуляторних генетичних механізмів, що призводять до тяжких мультифакторіальних захворювань, можуть бути спровоковані не тільки функціонально неповноцінними алелями, але й мутаціями в структурних генах або генах, що забезпечують клітинний гомеостаз (гени-тригери). Особливість процесу формування будь-якого складного фенотипового прояву — наявність множинних ієрархічних рівнів його регуляції. Характерна властивість генних мереж, які функціонують у живих системах, полягає в тому, що в них регуляторна компонента на порядки більше, ніж робоча. Це стосується як метаболічної, так і генетичної компоненти генних мереж і проявляється на кожному ієрархічному рівні їх організації.

Зауважимо, що міждисциплінарність системної біології у рамках парадигми «Єдине здоров'я»

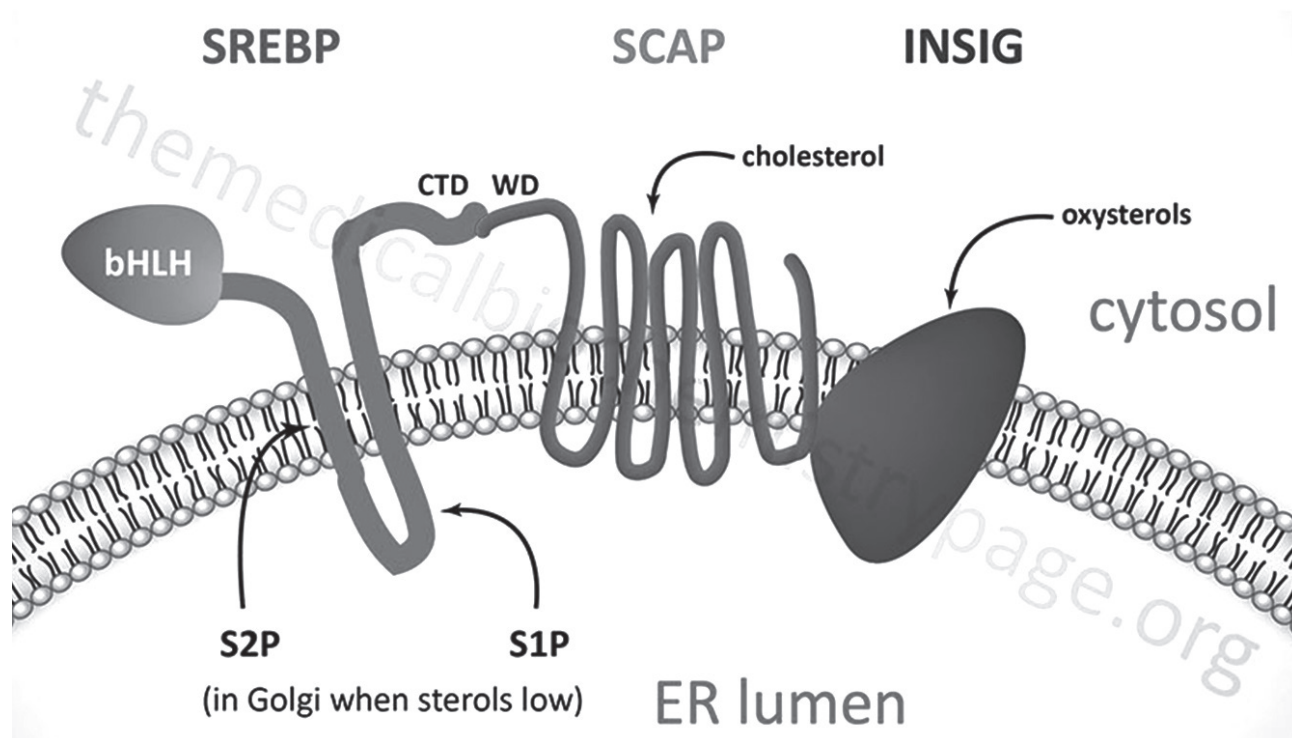


Рис. 1. Діаграмне подання взаємодій між SREBP, SCAP та Insig у мембрані ER у випадку наявності підвищених стеринів. Коли рівень стеринів низький, SCAP не взаємодіє з Insig, а комплекс SREBP-SCAP мігрує до тілець Гольджі, де знаходяться протеази, S1P і S2P. bHLH — основний спіральсько-петле-спіральський домен; CTD — С-термінальний домен; WD — домен WD40 [20]

(One health) підкреслює ступінь, в якій логіка єдиного здоров'я має глибоке коріння в медичних дослідженнях [20, 29]. Частково ця дивергенція повинна відображати інституційний аспект і зростаючу складність медицини людини. Кожна база знань виросла настільки, що для практиків стало майже неможливим розглядати величезну кількість інформації, яка існує в різних видах, а також завдяки збільшенню спеціалізації («Вавилонська медична башта» [12]).

Оцінювання ризику не є єдиною точкою зору потенційної суперечки: нова орієнтація експертів у галузі охорони здоров'я людини на потенційні мікробні ризики, пов'язані з виробництвом продуктів харчування, торгівлею тваринами та екологією, може мати економічний вплив на виробників продуктів харчування [20], обмежувати ступінь можливого міждисциплінарного обміну інформацією та співпраці.

Філософія підходу представлена на прикладі генної мережі регуляції внутрішньоклітинного рівня холестерину в клітинах людини та тварин розкривається в [20].

Холестерин — незамінна структурна компонента клітинних мембран і зовнішнього шару ліпопротеїнів плазми крові, попередник цілого ряду інших стероїдів, а саме: кортикостероїдів, статевих гормонів, жовчних кислот і вітаміну D. Відхилення від нормального рівня холестерину призводить до тяжкої патології, включаючи атеросклероз судин головного мозку, серцевого м'яза й інших органів. Генна мережа регуляції внутрішньоклітинного рівня холестерину включає кілька регуляторних контурів, що функціонують за участю транскрипційних факторів сімейства SREBP (sterol regulatory element-binding proteins). Активність транскрипційних факторів сімейства SREBP регулюється в зворотній залежності від рівня холестерину в клітині: чим вище рівень холестерину, тим нижче активність факторів SREBP. Представимо протеазо-опосередковане регулювання активації SREBP (рис. 1).

Вивільнення активного SREBP здійснюється за допомогою розщеплення, що каталізується протеазою S2P (мембранний транскрипційний фактор пептидази — MBTPS2) та відбувається у першому трансмембранному просторі. Ген MBTPS2

розташований на X хромосомі (Хр22.12-р22.11). S2P — це внутрішньомембранна металопротеаза цинку. Результатом розщеплення S2P є вивільнення N-кінцевої молекули bHLH у цитозоль. Потім домен bHLH мігрує до ядра, де він буде димеризуватися та утворювати комплекси з транскрипційними коактиваторами, що призводить до активації генів, які містять мотив SRE. Для контролю рівня SREBP-опосередкованої транскрипції bHLH-ділянка піддається швидкому протеолізу.

В переліченій послідовності дій констатуємо щонайменше 5 процесів: *розщеплення* (що каталізується), *міграція*, *димеризація*, *активація*, *протеоліз*. Підкреслимо, що наведено самі процеси, умови ж їх реалізації залежать від багатьох факторів. Якщо зробити спробу проаналізувати можливість виконання кожного процесу в конкретній клітині, в кожній конкретній тканині, органі, організмі, можна відразу відмовитися від детермінації, а розглядати лише ймовірнісні характеристики. Отже, для кількісного визначення процесів на клітинному рівні концепція тригерно-каскадних взаємодій, що раніше розглядалася в дослідженнях, зокрема й наших, становиться вельми актуальною [5, 6, 24, 25, 27].

Для нас дуже важливою є інформація, що окрім розщеплення-активації транскрипційної активності SREBP, S2P бере участь у регуляції клітинних реакцій на стрес ендоплазматичного ретикулу, насамперед на розкриті реакції протеїну. Також слід відзначити, що декілька білків, функції яких включають стерини, також містять SSD. У рамках патч-технології може бути приєднання холестерину та білку, що викликає хворобу Німана — Піка типу C1 (NPC1), який включає транспортування холестерину в секреторному шляху. NPC1 — це один із кількох генів, при порушенні яких виникає тяжка неврологічна дисфункція.

#### Висновки.

1. Потребують створення імітаційні моделі *in silico* для визначення ролі тригерних реакцій, тригерних каскадів у виникненні патології.
2. Необхідна структуризація накопичених медичних знань, побудова онтологічних моделей знань різного рівня.
3. Потребує створення теоретичний міст між даними системної біології та системної медицини.

#### Література.

1. Математическое моделирование живых систем : учебное пособие / О. Э. Соловьева, В. С. Мархасин, Л. Б. Кацнельсон [и др.] ; ред. : О. Э. Соловьева. — Екатеринбург : Изд-во Уральского университета, 2013. — 328 с.
2. Мінцер О. П. Еволюція узагальнення, оброблення та передавання знань у медицині та біології / О. П. Мінцер, Д. В. Ватліцов // Медична інформатика та інженерія. — 2016. — № 1. — С. 12–14. doi: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.1.5904>.
3. Мінцер О. П. Онтологічна модель процесів програмованої клітинної загибелі / О. П. Мінцер, Д. В. Ватліцов // Медична інформатика та інженерія. — 2015. — № 2. — С. 14–26.
4. 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.
5. Мінцер О. П. Фотоактивність біологічних молекул як можливий фактор корегування тригер залежних системних процесів (перше повідомлення) / О. П. Мінцер, Д. В. Ватліцов // Медична інформатика та інженерія. — 2015. — № 4. — С. 7–10.
6. Мінцер О. П. Щодо межі доцільності використання поняття «тригерні взаємодії» у біології та медицині. Перше повідомлення — постановка проблеми / О. П. Мінцер, К. М. Ігрунова // Медична інформатика та інженерія. — 2014. — № 4. — С. 14–22.
7. Animal and *in silico* models for the study of sarcomeric cardiomyopathies / D. J. Duncker, J. Bakkars, B. J. Brundel [et al.] // *Cardiovasc. Res.* — 2015. — Vol. 105, No. 4. — P. 439–448.
8. A systems biology and proteomics-based approach identifies SRC and VEGFA as biomarkers in risk factors mediated coronary heart disease / A. Vincent, P. G. Nayar, R. Murugesan. [et al.] // *Mol. Biosyst.* — 2016. — Vol. 12, No. 8. — P. 2594–2604.
9. Auffray C. Systems medicine: the future of medical genomics and healthcare / C. Auffray, Z. Chen, L. Hood // *Genome Med.* — 2009. — Vol. 1, No. 1. — P. 2.
10. Björnson E. Personalized cardiovascular disease prediction and treatment — a review of existing strategies and novel systems medicine tools / E. Björnson, J. Borén, A. Mardinoglu // *Front. Physiol.* — 2016. — Vol. 7. — P. 2.
11. Bressler V. Medical humanism and professionalism teaching in a community hospital since World War II / V. Bressler // *The Pennsylvania Medical Humanities Consortium: Through the Lens of Time: Perspectives on Medicine and Health Care* (Philadelphia, May 19–20, 2010). — Philadelphia, 2010.
12. Cholesterol / The medical biochemistry page. — 2017, December 15. — Retrieved from : <https://themedicalbiochemistrypage.org/cholesterol.php>.

13. Dorn G. W. Protein kinase cascades in the regulation of cardiac hypertrophy / G. W. Dorn, T. Force // *J. Clin. Invest.* — 2005. — Vol. 115, No. 3. — P. 527–537.
14. Epigenomic and transcriptomic approaches in the post-genomic era: path to novel targets for diagnosis and therapy of the ischemic heart? Position Paper of the European Society of Cardiology Working Group on Cellular Biology of the Heart / C. Perrino, A. L. Barabási, G. Condorell [et al.] // *Cardiovasc. Res.* — 2017. — Vol. 113, No. 7. — P. 725–736.
15. Galland L.. Patient-centered care: antecedents, triggers, and mediators / L. Galland // *Altern. Ther. Health Med.* — 2006. — Vol. 12, No. 4. — P. 62–70.
16. Hoefer I. E. Biomechanical factors as triggers of vascular growth / I. E. Hoefer, B. den Adel, M. J. Daemen // *Cardiovasc. Res.* — 2013. — Vol. 99, No. 2. — P. 276–283.
17. How implementation of systems biology into clinical trials accelerates understanding of diseases / B. Bielekova, Y. Vodovotz, G. An, J. Hallenbeck // *Front. Neurol.* — 2014. — Vol. 5. — P. 102.
18. Integrating system biology models and biomedical anthologies / R. Hoehndorf, M. Dumontier, J. H. Gennari [et al.] // *BMC System Biology.* — 2011. — Vol. 5. — P. 124.
19. Ion channels and transporters in cancer. 5. Ion channels in control of cancer and cell apoptosis / V. Lehen'kyi, G. Shapovalov, R. Skryma, N. Prevarskaya // *Am. J. Physiol. Cell Physiol.* — 2011. — Vol. 301, No. 6. — P. 1281–1289.
20. Kahn L. H. 'One health' in action series: nos 1–8 / L. H. Kahn, B. Kaplan, T. P. Monath // *Vet. Ital.* — 2009. — Vol. 45, No. 1. — P. 195–208.
21. Louridas G. E. Conceptual foundations of systems biology explaining complex cardiac diseases / G. E. Louridas, K. G. Lourida // *Healthcare.* — 2017. — Vol. 5, No. 1. — P. E10.
22. MacLellan W. R. Systems-based approaches to cardiovascular disease / W. R. MacLellan, Y. Wang, A. J. Lusis // *Nat. Rev. Cardiol.* — 2012. — Vol. 9, No. 3. — P. 172–184.
23. Mast F. D. Systems cell biology / F. D. Mast, A. V. Ratushny, J. D. Aitchison // *J. Cell. Biol.* — 2014. — Vol. 206, No. 6. — P. 695–706.
24. Muller J. E. Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease / J. E. Muller, G. H. Tofler, P. H. Stone // *Circulation.* — 1989. — Vol. 79, No. 4. — P. 733–743.
25. Opening of mitochondrial K(ATP) channels triggers the preconditioned state by generating free radicals / T. Pain, X. M. Yang, S. D. Critz [et al.] // *Circ. Res.* — 2000. — Vol. 87, No. 6. — P. 460–466.
26. Osler W. The principles and practice of medicine: designed for the use of practitioners and students of medicine / W. Osler, T. McCrae. — N. Y., London : Appleton & Company, 1920. — 9th ed. — 1168 p.
27. Oxygen radicals trigger activation of NF-B and AP-1 and up regulation of ICAM-1 in reperfused canine heart / H. Fan, B. Sun, Q. Gu [et al.] // *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* — 2002. — Vol. 282. — P. H1778–H1786.
28. Sperling S. R. Systems biology approaches to heart development and congenital heart disease / S. R. Sperling // *Cardiovasc. Res.* — 2011. — Vol. 91, No. 2. — P. 269–278.
29. Teaching “one medicine, one health” / L. H. Kahn, B. Kaplan, T. P. Monath, J. H. Steele // *Am. J. Med.* — 2008. — Vol. 121, No. 3. — P. 169–170.
30. The paradigm of systems biology applied to cardiovascular diseases / E. T. Mesquita, E. N. Silva, A. J. L. Jorge [et al.] // *Int. J. Cardiovasc. Sci.* — 2015. — Vol. 28, No. 1. — P. 78–86.

#### References.

1. Solov'eva, O. E., Markhasin, B. C., Katsnel'son, L. B., Sul'man, T. B., Vasil'eva, A. D., & Kursanov, A. G. (2013). *Matematicheskoe modelirovanie zhivyykh sistem [Mathematical modeling of living systems]: a textbook.* Ekaterinburg: The Ural University Publ.
2. Mintser, O. P., & Vatlitsov, D. V. (2016). *Evolutsiya uzagal'ennyya, obroblennyya ta peredavannyya znan' u meditsini ta biologii [Evolution of generalization, processing and transfer of knowledge in medicine and biology].* *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical Informatics and Engineering)*, 1, 1–14. doi: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2016.1.5904>.
3. Mintser, O. P., & Vatlitsov, D. V. (2015). *Ontologichna model' protsesiv programovanoi klitinnoi zagibeli [Ontological model of programmed cell death processes].* *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical Informatics and Engineering)*, 2, 14–26.
4. Mintser, O. P., & Babintseva, L. Yu. (2014). *Pro zagal'ne vporyadkuvannyya mediko-biologichnikh znan'. Stvorennyya ontologii [On the general ordering of medical and biological knowledge. Creating an ontology].* *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical Informatics and Engineering)*, 2, 5–8.
5. Mintser, O. P., & Vatlitsov, D. V. (2015). *Fotoaktivnist' biologichnikh molekul yak mozhlivii faktor koreguvannyya triger zaleznykh sistemnykh protsesiv (pershe povidomlennyya) [Photoactivity of biological molecules as a possible factor for adjusting the trigger-dependent system processes (first message)].* *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical Informatics and Engineering)*, 4, 7–10.
6. Mintser, O. P., & Igrunova, K. M. (2014). *Shchodo mezhi dotsil'nosti vikoristannyya ponyattya «trigerni vzaemodii» u biologii ta meditsini. Pershe povidomlennyya — postanovka problemi [On the limits of the expediency of using the concept of «trigger interactions» in biology and medicine. The first message — the statement of the problem].* *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical Informatics and Engineering)*, 4, 14–22.

7. Duncker, D. J., Bakkers, J., Brundel, B. J., Robbins, J., Tardiff, J. C., & Carrier, L. (2015). Animal and in silico models for the study of sarcomeric cardiomyopathies. *Cardiovasc. Res.*, 105(4), 439–448. doi: 10.1093/cvr/cvv006.
8. Vincent A., Nayar, P. G., Murugesan, R., Krishnan, J., & Ahmed, S. S. (2016). A systems biology and proteomics-based approach identifies SRC and VEGFA as biomarkers in risk factors mediated coronary heart disease. *Mol. Biosyst.*, 12(8), 2594–2604. doi: 10.1039/c6mb00264a.
9. Auffray, C., Chen, Z., & Hood, L. (2009). Systems medicine: the future of medical genomics and healthcare. *Genome Med.*, 1(1), 2. doi:10.1186/gm1.
10. Björnson, E., Borén, J., Mardinoglu, A. (2016). Personalized cardiovascular disease prediction and treatment — a review of existing strategies and novel systems medicine tools. *Front. Physiol.*, 7, 2. doi: 10.3389/fphys.2016.00002.
11. Bressler, V. (2010). Medical humanism and professionalism teaching in a community hospital since World War II. In: *The Pennsylvania Medical Humanities Consortium: Through the Lens of Time: Perspectives on Medicine and Health Care*. Philadelphia (May 19–20, 2010).
12. The medical biochemistry page. (2017, December 17). Cholesterol. Retrieved from <https://themedicalbiochemistrypage.org/cholesterol.php>.
13. Dorn, G. W., & Force, T. (2005). Protein kinase cascades in the regulation of cardiac hypertrophy. *J. Clin. Invest.*, 115(3), 527–537. doi: 10.1172/JCI200524178.
14. Perrino, C, Barabási, A. L., Condorell, G., Davidson, S. M., De Windt, L., Dimmeler, S., Engel, F. B., ... Ferdinandy, P. (2017). Epigenomic and transcriptomic approaches in the post-genomic era: path to novel targets for diagnosis and therapy of the ischemic heart? Position Paper of the European Society of Cardiology Working Group on Cellular Biology of the Heart. *Cardiovasc. Res.*, 113(7), 725–736. doi: 10.1093/cvr/cvx070.
15. Galland, L. (2006). Patient-centered care: antecedents, triggers, and mediators. *Altern. Ther. Health Med.*, 12(4), 62–70.
16. Hoefler, I. E., den Adel, B, & Daemen, M. J. (2013). Biomechanical factors as triggers of vascular growth. *Cardiovasc. Res.*, 99(2), 276–283. doi: org/10.1093/cvr/cvt089.
17. Bielekova, B., Vodovotz, Y., An, G., & Hallenbeck, J. (2014). How implementation of systems biology into clinical trials accelerates understanding of diseases. *Front. Neurol.*, 5, 102. doi: 10.3389/fneur.2014.00102.
18. Hoehndorf, R., Dumontier, M., Gennari, J. H., Wimalaratne, S., de Bono, B., Cook, D. L., & Gkoutos, G. V. (2011). Integrating system biology models and biomedical anthologies. *BMC System Biology*, 5, 124. doi: 10.1186/1752-0509-5-124.
19. Lehen'kyi, V., Shapovalov, G., Skryma, R., & Prevarskaya, N. (2011). Ion channels and transporters in cancer. 5. Ion channels in control of cancer and cell apoptosis. *Am. J. Physiol. Cell Physiol.*, 301(6), 1281–1289. doi: 10.1152/ajpcell.00249.2011.
20. Kahn, L. H., Kaplan, B., & Monath, T. P. (2009). 'One health' in action series: nos 1–8. *Vet Ital.*, 45(1), 195–208.
21. Louridas, G. E., & Lourida, K. G. (2017). Conceptual foundations of systems biology explaining complex cardiac diseases. *Healthcare*, 5(1), E10. doi: 10.3390/healthcare5010010.
22. MacLellan, W. R., Wang, Y., & Lusis, A. J. (2012). Systems-based approaches to cardiovascular disease. *Nat. Rev. Cardiol.*, 9(3), 172–184. doi: 10.1038/nrcardio.2011.208.
23. ast, F. D., Ratushny, A. V. & Aitchison, J. D. (2014). Systems cell biology. *J. Cell. Biol.*, 206(6), 695–706. doi: 10.1083/jcb.201405027.
24. Muller, J. E., Tofler, G. H., & Stone, P. H. (1989). Circadian variation and triggers of onset of acute cardiovascular disease. *Circulation*, 79(4), 733–743. doi.org/10.1161/01.CIR.79.4.
25. Pain, T., Yang, X. M., Critz, S. D., Yue, Y., Nakano, A., Liu, G. S., Heusch, G., ... Downey, J. M. (2000). Opening of mitochondrial K(ATP) channels triggers the preconditioned state by generating free radicals. *Circ. Res.*, 87(6), 460–466. doi: org/10.1161/01.RES.87.6.460.
26. Osler, W., & McCrae, T. (1920). *The principles and practice of medicine: designed for the use of practitioners and students of medicine*. 9th ed. N. Y., & London: Appleton & Company.
27. Fan, H., Sun, B., Gu, Q., Lafond-Walker, A., Cao, S., & Becker, L. C. (2002). Oxygen radicals trigger activation of NF-B and AP-1 and up regulation of ICAM-1 in reperfused canine heart. *Am. J. Physiol. Heart Circ Physiol.*, 282, H1778–H1786. doi: 10.1152/ajpheart.00796.2000.
28. Sperling, S. R. (2011). Systems biology approaches to heart development and congenital heart disease. *Cardiovasc. Res.*, 91(2), 269–278. doi: 10.1093/cvr/cvr126.
29. Kahn, L. H., Kaplan, B., Monath, T. P., & Steele, J. H. (2008). Teaching “one medicine, one health”. *Am. J. Med.*, 121(3), 169–170. doi: 10.1016/j.amjmed.2007.09.023.
30. Mesquita, E. T., Silva, E. N., Jorge, A. J., de Melo Mariano, B.; Cassino J. P.; Souza, C. V. Jr; ... Rocha, R. G. (2015). The paradigm of systems biology applied to cardiovascular diseases. *Int. J. Cardiovasc. Sci.*, 28(1), 78–86. doi: org/10.5935/2359-4802.20150011.

УДК 602.1:519.85:53.082.9:616-07

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8887>

## ВИВЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ІММУНОСЕНСОРІВ З ПОГЛЯДУ НА МЕДИЧНІ ЗАВДАННЯ

**В. П. Марценюк, А. Клос-Вітковська, А. С. Сверстюк<sup>1</sup>**

*Університет Бельсько-Бяли, Республіка Польща*

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

Імуносенсиори та імунотести широко використовують в медицині, де зразки крові, сечі або слини дозволяють визначати концентрації морфіну, прогестерону, естрадіолу, дофаміну, інсуліну.

В роботі розглядається використання імуносенсорів для таких медичних проблем, як кількісне визначення альфа-фетопротеїну, визначення білка р53 в сечі з метою діагностики раку сечового міхура, амперометричне визначення карциноембріонального антигену, визначення галектину-3 як біомаркера серцевої недостатності, виявлення поверхневого антигену гепатиту В, чутливе детектування маркера пухлини при визначенні рівня у сироватці крові пацієнтів з раком молочної залози.

**Ключові слова:** біосенсор, імуносенсор, антитіла, антиген.

## STUDY OF CLASSIFICATION OF IMMUNOSENSORS FROM VIEWPOINT OF MEDICAL TASKS

**V. P. Martsenyuk, A. Klos-Witkowska, A. S. Sverstyuk<sup>1</sup>**

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

*<sup>1</sup>SHEE «I. Horbachevsky Ternopil State Medical University  
of the Ministry of Health of Ukraine»*

Immunosensors and immunotests are commonly used in medicine, where blood, urine or saliva samples enable concentrations of morphine, progesterone, estradiol, dopamine, insulin to be determined.

In this work, the use of immunosensors for the following medical problems is considered: for the quantitative detection of alpha-fetoprotein, for determination of p53 protein in urine for diagnostics bladder cancer, for amperometric determination of carcinoembryonic antigen, for the determination of galectin-3, as biomarker of heart failure, for detecting hepatitis B surface antigen, for sensitive detection of tumor marker for determination of serum level in breast cancer patients.

**Key words:** biosensor, immunosensor, antibody, antigen.

## ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИММУНОСЕНСОРОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ЗАДАЧ

**В. П. Марценюк, А. Клос-Витковска, А. С. Сверстюк<sup>1</sup>**

*Університет Бельско-Бялы, Республіка Польща*

*<sup>1</sup>ГВУЗ «Тернопольський державний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МЗ України»*

Имуносенсоры и иммулотесты широко используются в медицине, где образцы крови, мочи или слюны позволяют определять концентрации морфина, прогестерона, эстрадиола, дофамина, инсулина.

В данной работе рассматривается использование иммуносенсоров для следующих медицинских проблем: количественного определения альфа-фетопротеина, определения белка р53 в моче с целью диагностики рака мочевого пузыря, амперометрического определения карциноэмбрионального антигена, определения галектина-3 как биомаркера сердечной недостаточности, выявления поверхностного антигена гепатита В, чувствительного детектирования маркера опухоли при определении уровня в сыворотке крови пациентов с раком молочной железы.

**Ключевые слова:** биосенсор, иммуносенсор, антитела, антиген.

© В. П. Марценюк, А. Клос-Вітковська, А. С. Сверстюк

**Introduction.** Immunosensors are affinity ligand-based biosensor solid-state devices in which the immunochemical reaction is coupled to a transducer. The fundamental basis of all immunosensors is the specificity of the molecular recognition of antigens by antibodies to form a stable complex. This is similar to the immunoassay methodology. Immunosensors can be categorized based on the detection principle applied. The main developments are electrochemical, optical, and microgravimetric immunosensors. In contrast to immunoassay, modern transducer technology enables the label-free detection and quantification of the immune complex [1]. The analysis of trace substances in environmental science, pharmaceutical and food industries is a challenge since many of these applications demand a continuous monitoring mode. The use of immunosensors in these applications is most appropriate.

When reviewing scientific reports on applications of immunosensors, the following two terms are most frequently used, namely: immunoassay (immunotests) and immunosensor. However, there is a difference between them. In biosensors the receptor layer can be used many times for detection purposes, thus enabling continuous monitoring. For immunoassay, after an immunological reaction is completed, and before the next measurement is made, the receptor layer should be regenerated [6].

Immunosensors and immunotests are commonly used in environmental protection where there is a need of monitoring of water quality [10], toxic chemicals, pesticides, chemical weapons [18], and in food analysis [19], but they are most often used in medicine [17], where blood, urine or saliva samples enable concentrations of morphine, progesterone, estradiol, dopamine, insulin to be determined [18].

ELISA (Enzyme Linked Immune Sorbent Assay) is the oldest and also the most frequently used immunological test due its low cost and high repeatability. This test was used, among others, to detect malaria [7], HIV diagnosis [13], or toxoplasmosis [15].

Among a large family of biosensors there are immunosensors that in a sensitive selective receptor layer contain an immobilized biological component (antibody, antigen, hapten) being an immunological receptor for recognition of measurable analyte molecules.

The receptor layer directly contacts the transducer layer where the biological interaction is transformed into a measurable signal [6, 9].

Immunosensors are those biosensors that use a specific reaction between an antibody and an antigen or small molecules called haptens.

Haptens elicit the production of antibodies only when attached to larger molecules such as proteins.

Antibodies as immune-related proteins are very often referred to as immunoglobulins.

They consist of four polypeptide chains: two heavy and two light chains. They form Y-shaped molecules of molecular weight greater than 1.5 kDa. There are two types of light chains:  $\kappa$  and  $\lambda$  types and five types of heavy chains:  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ,  $\gamma$ ,  $\mu$  types.

Depending on the type of heavy chain present in an antibody, immunoglobulins are divided into five classes of different structure and immunological functions.

Immunoglobulins are used by the immune system to identify and neutralize foreign bodies, and show also binding properties to an antigen.

The types of antibodies and its function as well as references to its comprehensive description are listed in the book [16].

Further we present the most widely used immunosensors together with their characteristics.

### **1. Electrochemical immunosensors for the quantitative detection of alpha-fetoprotein (AFP).**

A novel and ultrasensitive sandwich-type electrochemical immunosensor was designed for the quantitative detection of AFP using multifunctional mesoporous silica (MCM-41) as platform and label for signal amplification. MCM-41 has high specific surface area, high pore volume, large density of surface silanol groups (Si-OH) and good biocompatibility. MCM-41 functionalized with 3-aminopropyltriethoxysilane, gold nanoparticles (Au NPs) and toluidine blue could enhance electrochemical signals [14]. Moreover, primary antibodies (Ab1) and secondary antibodies (Ab2) could be effectively immobilized onto the multifunctional MCM-41 by the interaction between Au NPs and amino groups ( $-NH_2$ ) on antibodies. Using multifunctional MCM-41 as a platform and label could greatly simplify the fabrication process and result in a high sensitivity of the designed immunosensor. Under optimal conditions, the designed immunosensor exhibited a wide linear range from 104 ng/mL to 103 ng/mL with a low detection limit of 0.05 pg/mL for AFP. The designed immunosensor showed acceptable selectivity, reproducibility and stability, which

could provide potential applications in clinical monitoring of AFP.

## 2. Amperometric immunosensors.

**2.1. Amperometric immunosensor for determination of p53 protein in urine with carbon nanotubes / Au NPs.** Since p53 protein has become recognized biomarker for both diagnostic and therapeutic purposes in oncological diseases with particular relevance for bladder cancer, it is highly desirable to search for a novel sensing tool for detecting the patient's p53 level at the early stage. In [8] there is reported the first study on the development and validation of a novel disposable competitive amperometric immunosensor for determination of p53 protein at subnanomolar levels, based on p53 immobilization on Au NPs / carbon nanotubes modified screen-printed carbon electrodes. The assay protocol requires the use of single anti-p53 mouse monoclonal antibody (DO-7 clone), able to recognize both wild-type and mutant p53. The developed immunosensor as well as the protocol of the electrochemical immunoassay were optimized by means of an experimental design procedure to assess the suitability of the device to be validated and applied for the determination of p53 in untreated and undiluted urine samples. It was found that the developed competitive immunodevice was able to achieve wide linear range detection of wild-type p53 from 20 pM to 10 nM with a low detection limit of 14 pM in synthetic urine samples, suggesting the sensor's capability of working in a complex sample matrix. The excellent performance results also in terms of selectivity, trueness and precision, coupled with the advantages of an easy preparation and low-cost assay in contrast to other methods which require very complex, time-consuming and costly nanostructured architectures, makes the developed competitive immunosensor an analytically robust diagnostic tool, valuable for implementation of screening and follow-up programs in patients with urologic malignancies.

## 2.2. Immunosensor for amperometric determination of carcinoembryonic antigen (CEA).

**2.2.1. Immunosensor for amperometric determination of CEA using Au NP<sub>s</sub>-titanium dioxide-graphene (AuNP<sub>s</sub>-TiO<sub>2</sub>-graphene) nanocomposites.** A novel and sensitive sandwich immunosensor for amperometric determination of CEA was designed using AuNP<sub>s</sub>-TiO<sub>2</sub>-graphene nanocomposites. Dopamine-functionalized

graphene was firstly prepared by  $\pi$ -stacking interaction, and TiO<sub>2</sub> was then attached to the surface of dopamine-graphene by the specificity and high affinity of enediol ligands to Ti (IV). Afterwards, AuNP<sub>s</sub>-TiO<sub>2</sub>-graphene nanocomposites were synthesized with photoreduction approach under ultraviolet irradiation. The morphology and conductivity of the as-prepared nanocomposites were characterized by transmission electron microscopy, Fourier transform infrared spectra, X-ray powder diffraction, cyclic voltammetry and electrochemical impedance spectroscopy. Taking the advantage of large specific surface area and excellent biocompatibility, AuNP<sub>s</sub> could covalently link horseradish peroxidase labeled secondary antibody (HRP-Ab<sub>2</sub>) through the interaction between AuNP<sub>s</sub> and mercapto or primary amine groups of HRP-Ab<sub>2</sub> for sandwich-type immunosensor construction. Under optimum conditions, the modified electrode exhibited a linear current response to CEA concentration in a wide range of 0.005–200 ng/mL ( $R=0.994$ ) with low detection limit of 3.33 pg/mL ( $S/N=3$ ) [12].

## 2.2.2. Electrochemical immunosensor was developed for detecting CEA based on Ag/MoS<sub>2</sub>@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and an analogous 2 enzyme linked immunosorbent assay (ELISA) method.

In this work, an ultrasensitive electrochemical immunosensor was developed for detecting CEA based on Ag/MoS<sub>2</sub>@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> and an analogous 2 enzyme linked ELISA method. The fabrication process was conducted by using 96-well microplate and the detection process was executed on magnetic glassy carbon electrode (MGCE), which was named analogous ELISA method. The technique of total internal reflection fluorescence was firstly employed to verify the feasibility of the proposed method. MANUSCRIPT sandwich-type strategy was applied for the fabrication of the immunosensor and Ag/MoS<sub>2</sub>@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> was used as label [3].

Simultaneously, Ag nanoparticles (Ag NP<sub>s</sub>) were applied for modifying the MGCE as sensing platform due to its excellent electroconductivity. Ag/MoS<sub>2</sub>@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> could firmly attached on the surface of MGCE thanks to the magnetic property of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>. Differential pulse voltammetry was applied for the detection of CEA and electrochemical impedance spectroscopy confirmed the successful fabrication of the immunosensor. Under optimal experimental conditions, a linear response was achieved in the range of 0.0001–20 ng/mL with a low.

### 3. Electrochemical immunosensor for the determination of galectin-3, a biomarker of heart failure.

In the work [5] there is presented an electrochemical immunosensor for the determination of galectin-3 (Gal-3), a biomarker of heart failure. A glassy carbon electrode (GCE) was modified with a film of a composite made from the N-doped graphene nanoribbons immobilized Fe-based-metal-organic frameworks deposited with Au NPs (N-GNRs-Fe-MOFs@AuNP<sub>s</sub>). Ab1 against Gal-3 (Gal-3-Ab1) was immobilized on the Au NPs on the surface of the modified GCE which then was blocked with bovine serum albumin. Signal amplification is crucial for obtaining low detection limits in biosensors. Here, a relatively simple and ultrasensitive sandwich-type electrochemical immunosensor based on novel signal generation and amplification was developed for the determination of Gal-3. A kind of novel redox-active species, AuPt-methylene blue (AuPt-MB) nanocomposites, was synthesized by a one-pot method for the first time. Wherein, methylene blue as a kind of the electron transfer mediators in an amperometric biosensor is responsible for electron production and signal amplification [5]. The rod-like AuPt-MB nanohybrids displayed uniform morphology and good electrochemical activity and can combine with the second antibodies against Gal-3 (Gal-3-Ab<sub>2</sub>). And the AuPt-MB-Ab<sub>2</sub> coupled with the N-GNRs-Fe-MOF<sub>s</sub>@AuNP<sub>s</sub>-Ab1 to form the sandwich type format that can greatly enhance the biosensor's sensitivity. Under optimal conditions, the designed immunosensor exhibited a linear concentration range from 100 fg/mL to 50 ng/mL, with a low detection limit of 33.33 fg/mL (S/N=3) for Gal-3 in spiked serum. Additionally, the designed immunosensor showed acceptable selectivity, reproducibility and stability. The satisfactory results in analyzing human serum samples indicated potential application promising in monitoring biomarkers.

### 4. Sandwich-type immunosensor for detecting hepatitis B surface antigen.

A novel thionine unites with platinum nanowire in laid globular SBA-15 (Pt NWs@g-SBA-15/Thi) not only utilizes as an efficient electrical signal probe but also constitutes an amplifying system with double-deck gold film (D-Au film) have been applied to the fabrication of sandwich-type immunosensor for detecting hepatitis B surface antigen (HB<sub>s</sub> Ag). The D-Au film can accelerate the electron transfer on

the electrode interface due to the tunneling effect between the two Au films and can improve the load capacity of Ab1 because of the good biocompatibility. The Pt NW<sub>s</sub>@g-SBA-15/Thi with uniform globular morphology not only can effectively reduce the spatial limitation for loading the Ab2 but also can provide outstanding pore accessibility of guest species from outside and offer catalytically active sites in a large scale. Besides, the presence of Thi can well enhance the electrical conductivity of Pt NWs@g-SBA-15/Thi. With the good cooperation between D-Au film and Pt NW<sub>s</sub>@g-SBA-15/Thi, a linear relationship between current signals and the concentrations of HB<sub>s</sub> Ag was obtained in the wide range from 10 fg/mL to 100 ng/mL and the detection limit of HB<sub>s</sub> Ag was 3.3 fg/mL (signal-to-noise ratio of 3). Furthermore, the designed immunosensor with excellent selectivity, reproducibility and stability shows excellent performance in detection of human serum samples and provides a promising capacity for detecting a wide range of other tumor markers in clinical application [2].

### 5. Dual-responsive competitive immunosensor for sensitive detection of tumor marker on g-CN/rGO conjugation.

A new dual mode competitive immunosensing platform for sensitive determination of AFP combined photoelectrochemical and electrochemical methods was designed on graphite carbon nitride and reduced graphene oxide (g-CN/rGO) conjugate support. To construct such versatile support, polyamidoamine dendrimer (PAAD) decorated graphene oxide as substrate was reduced via poten-tiostatic technology, and the prepared rGO-PAAD nanocomposite was utilized as matrix to immobilize g-CN and capture antigen, and as electron transporter to mediate electron transfer for enhancement of photoelectrochemical and electrochemical signals. And then, horseradish peroxidase labeled antibody was competitively captured onto sensing interface with free antigen in incubated solution. Photoelectrochemical signal originated from g-CN, an excellent photoactive material with large photo-induced electric response, and was amplified by rGO-PAAD nanocomposite. The resultant concentration positively related linear calibration range was from 1 pg/mL to 40 ng/mL with ultralow detection limit of 1 pg/mL. On the other hand, the enzyme-induced electrocatalytical signal amplification was produced by using hydroquinone as reactive substrate and horseradish peroxidase as reactive enzyme in existence

of  $H_2O_2$ , which displayed a wide dynamic linear range from 0.1 ng/mL to 160 ng/mL with low detection limit of 0.1 ng/mL. Additionally, the satisfying selectivity, good reproducibility and high consistency of dual-signal outputs of this designed dual-responsive immunosensor demonstrated the promising application in developing sensitive and accurate immunosensor for clinical test and disease diagnosis [11].

### 6. A sandwich-type electrochemical immunosensor based on in situ silver deposition for determination of serum level in breast cancer patients.

The sensitive quantification of human epidermal growth factor receptor 2 (HER2), as a key prognostic tumor marker, plays a critical role in screening, early diagnosis and management of breast cancer. This paper describes a sandwich-type immunoassay with silver signal enhancement strategy for highly sensitive detection of HER2. For this purpose, the target capturing step was designed by functionalization of 3-aminopropyltrimethoxysilane coated magnetite nanoparticles with antibody (antiHER2/APTMS- $Fe_3O_4$ ), as a platform bioconjugate, and immobilized at a bare GCE. Then, in the presence of label-free immunosensor, the platform bioconjugate was covered by magnetic gold nanoparticles self-assembled with thiolated antibodies (antiHER2/Hyd@AuNP<sub>s</sub>-APTMS- $Fe_3O_4$ ) containing chemically reduced silver ions, as a label bioconjugate. Under optimum conditions, a linear relationship between the differential pulse voltammetry stripping signal of silver and the logarithm of HER2 concentrations was obtained in the range of  $5.0 \times 10^{-4}$ –50.0 ng/mL ( $R^2=0.9906$ ) with a detection limit of  $2.0 \times 10^{-5}$  ng/mL. The effectiveness of this protocol was evaluated experimentally through employing of designed immunosensor for detection of the serum level of tumor marker [4]. The good consistency of the results with those obtained by the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) conventional method (p-value of <0.05) showed that this immunosensor can be applied for the testing of HER2 in clinical samples of breast cancer patients.

#### Conclusions

Immunosensors create a very promising tool that allows you to quickly, inexpensively and accurately measure different biophysiological information. They are widely used in medicine, especially in diagnostics.

Considering the development of immunosensors, scientific problems and future trends, immunosensors have become very interesting

and open enormous opportunities for scientists, engineers and doctors.

#### Література.

1. Advancements and application of immunosensors in the analysis of food contaminants / M. S. Azam, M. R. T. Rahman, Z. Lou [et al.] // *Nusantara Bioscience*. — 2014. — Vol. 6, No. 2. — P. 186–195.
2. An ultrasensitive sandwich-type electrochemical immunosensor based on the signal amplification system of double-deck gold film and thionine unite with platinum nanowire inlaid globular SBA-15 microsphere / P. Wang, M. Li, F. Pei [et al.] // *Biosens. Bioelectron.* — 2017. — Vol. 91. — P. 424–430.
3. A sandwich-type electrochemical immunoassay for ultrasensitive detection of non-small cell lung cancer biomarker CYFRA21-1 / Y. Zeng, J. Bao, Y. Zhao [et al.] // *Bioelectrochemistry*. — 2018. — Vol. 120. — P. 183–189.
4. A sandwich-type electrochemical immunosensor based on in situ silver deposition for determination of serum level of HER2 in breast cancer patients / M. Shamsipur, M. Emami, L. Farzin, R. Saber // *Biosens. Bioelectron.* — 2018. — Vol. 103. — P. —54–61.
5. A sensitive sandwich-type immunosensor for the detection of galectin-3 based on N-GNRs-Fe-MOFs@AuNPs nanocomposites and a novel AuPt-methylene blue nanorod / Z. Tang, J. He, J. Chen [et al.] // *Biosens. Bioelectron.* — 2018. — Vol. 101. — P. 253–259.
6. Bojorge Ramirez N. The evolution and development of immunosensors for health and environmental monitoring: problems and perspectives / N. Bojorge Ramirez, A. M. Salgado, B. Valdman // *Brazilian J. Chem. Eng.* — 2009. — Vol. 26, No. 2. — P. 227–229.
7. Comparison of new ELISA kit (Recombisia Malaria AB Test with Microscopic-Detection of Malaria / M. Polder, H. Khanum, R. Elami [et al.] // *Modern Biotechniques and Biotechnology*. — 2015. — P. 237–243.
8. Competitive amperometric immunosensor for determination of p53 protein in urine with carbon nanotubes/gold nanoparticles screen-printed electrodes: a potential rapid and noninvasive screening tool for early diagnosis of urinary tract carcinoma / M. Giannetto, M. V. Bianchi, M. Mattarozzi, M. Careri // *Anal. Chim. Acta.* — 2017. — Vol. 991. — P. 133–141.
9. Cruz H. J. Immunosensors for diagnostic applications / H. J. Cruz, C. C. Rosa, A. G. Oliva // *Parasitol. Res.* — 2002. — Vol. 88, Suppl. 1. — P. S4–7.
10. Development of evanescent wale all-fiber immunosensor for environmental water analysis / F. Long, M. He, H. C. Shi, A. Zhu // *Biosensors Bioelectronics*. — 2008. — Vol. 23, No. 7. — P. 952–958.
11. Dual-responsive competitive immunosensor for sensitive detection of tumor marker on g-CN/rGO conjugation / H. Yan, L. Gong, L. Zang [et al.] // *Sensors*

- and Actuators B: Chemical. — 2016. — Vol. —230. — P. 810–817.
12. Effective immobilization of Au nanoparticles on TiO<sub>2</sub> loaded graphene for a novel sandwich-type immunosensor / Y. Chen, Y. Li, D. Deng [et al.] // *Biosens. Bioelectron.* — 2018. — Vol. 102. — P. 301–306.
  13. Evaluation of two indigenous rapid and two ELISA assays for diagnosis of HIV infection India / H. S. Iqbal, S. Solomon, K. G. Murugavel [et al.] // *Indian J. Med. Microbiol.* — 2012. — Vol. 30, No. 4. — P. 397–402.
  14. Facile fabrication of an ultrasensitive sandwich-type electrochemical immunosensor for the quantitative detection of alpha fetoprotein using multifunctional mesoporous silica as platform and label for signal amplification / Y. Wang, X. Li, W. Cao [et al.] // *Talanta.* — 2014. — Vol. 129. — P. 411–416.
  15. IgG avidity ELISA test for diagnosis of acute toxoplasmosis in humans / A. H. Rahbari, H. Keshavarz, S. Shojaee [et al.] // *Korean J. Parasitol.* — 2012. — Vol. 50, No. 2. — P. 99–102.
  16. *Immunologia* / J. Gołąb, M. Jakóbsiak, W. Lasek, T. Stokłosa (Eds.). — Warszawa : Wydawnictwo Naukowe PWN, 2017. — 497 s.
  17. Medyanseva E. Immunosenors in biology and medicine: analytical capabilities, problems and prospects / E. Medyanseva, E. Khaldeeva, G. Budnikov // *J. Anal. Chem.* — 2001. — Vol. 56. — P. 1015–1031.
  18. Shankaran D. R. Recent advancements in surface plasmon resonance immunosensor for detection of small molecules of biomedical, food, environmental interest / D. R. Shankaran, K. V. Gobi, N. Miura // *Sensors and Actuators B: Chemical.* — 2007. — Vol. 121, No 1. — P. 158–177.
  19. Tokarsky O. Immunosenors for rapid detection of *Escherichia coli* 0157:H7 — perspective for use in the meat processing industry / O. Tokarsky, D. L. Marshall // *Food Microbiology.* — 2008. — Vol. 25, No. 12. — P. 1–12.
- References.**
1. Azam, M. S., Rahman, M. R. T., Lou, Z., Tang, Y., Raqib, S. M., & Jothi, J. S. (2014). Advancements and application of immunosensors in the analysis of food contaminants. *Nusantara Bioscience*, 6(2), 186–195. doi: 10.13057/nusbiosci/n060212.
  2. Wang, P., Li, M., Pei, F., Li, Y., Liu, Q., Dong, Y., Chu, Q., & Zhu, H. (2017). An ultrasensitive sandwich-type electrochemical immunosensor based on the signal amplification system of double-deck gold film and thionine unite with platinum nanowire inlaid globular SBA-15 microsphere. *Biosens. Bioelectron.*, 91, 424–430. doi: org/10.1016/j.bios.2016.12.057.
  3. Zeng, Y., Bao, J., Zhao, Y., Huo, D., Chen, M., Qi, Y., Yang, M., ... Hou, C. (2018). A sandwich-type electrochemical immunoassay for ultrasensitive detection of non-small cell lung cancer biomarker CYFRA21-1. *Bioelectrochemistry*, 120, 183–189, doi: org/10.1016/j.bioelechem. 2017.11.003.
  4. Shamsipur M., Emami M., Farzin L., & Saber R. (2018). A sandwich-type electrochemical immunosensor based on in situ silver deposition for determination of serum level of HER2 in breast cancer patients. *Biosens. Bioelectron.*, 103, 54–61. doi: org/10.1016/j.bios.2017.12.022.
  5. Tang, Z., He, J., Chen, J., Niu, Y., Zhao, Y., Zhang, Y., & Yu, C. (2018). A sensitive sandwich-type immunosensor for the detection of galectin-3 based on N-GNRs-Fe-MOFs@AuNPs nanocomposites and a novel AuPt-methylene blue nanorod. *Biosens. Bioelectron.*, 101, 253–259. doi: org/10.1016/j.bios.2017.10.026.
  6. Bojorge Ramirez, N., Salgado, A. M., & Valdman, B. (2009). The evolution and development of immunosensors for health and environmental monitoring: problems and perspectives. *Brazilian J. Chem. Eng.*, 26, 227–229. doi: org/10.1590/S0104-66322009000200001.
  7. Polder, M., Khanum, H., Elami, R., Mohan, A., Mohiuddin, M., & Alam, M. (2015) Comparison of new ELISA kit (Recombisia Malaria AB Test with Microscopic-Detection of Malaria. *Modern Biotechniques and Biotechnology*, 237–243.
  8. Giannetto, M., Bianchi, M. V., Mattarozzi, M., & Careri, M. (2017). Competitive amperometric immunosensor for determination of p53 protein in urine with carbon nanotubes/gold nanoparticles screen-printed electrodes: A potential rapid and noninvasive screening tool for early diagnosis of urinary tract carcinoma. *Anal. Chim. Acta*, 991, 133–141, doi: org/10.1016/j.aca.2017.09.005.
  9. Cruz, H. J., Rosa, C. C., & Oliva, A. G. (2002). Immunosenors for diagnostic applications *Parasitol. Res.*, 88(Suppl. 1), 4–7. doi: 10.1007/s00436-001-0559-2.
  10. Long, F., He, M., Shi, H. C., & Zhu, A. (2008). Development of evanescent wale all-fiber immunosensor

- for environmental water analysis. *Biosens. Bioelectron.*, 23(7), 952–958. doi: [org/10.1016/j.bios.2007.09.013](https://doi.org/10.1016/j.bios.2007.09.013).
11. Yan, H., Gong, L., Zang, L., Dai, H., Xu, G., Zhang, S., & Lin, Y. (2016). Dual-responsive competitive immunosensor for sensitive detection of tumor marker on g-CN/rGO conjugation. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 230, 810–817. doi: [org/10.1016/j.snb.2016.02.144](https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.02.144).
  12. Chen, Y., Li, Y., Deng, D., He, H., Yan, X., Wang, Z., Fan, C., & Luo, L. (2018). Effective immobilization of Au nanoparticles on TiO<sub>2</sub> loaded graphene for a novel sandwich-type immunosensor. *Biosens. Bioelectron.*, 102, 301–306. doi: [org/10.1016/j.bios.2017.11.009](https://doi.org/10.1016/j.bios.2017.11.009).
  13. Igbal, S. H., Solomon, S., Murugavel, K. G., Solomon, S. S., & Blakrishnan, P. (2012). Evaluation of two indigenous rapid and two ELISA assays for diagnosis of HIV infection India. *Indian J. Med. Microbiol.*, 30(4), 397–402. doi: [org/10.4103/0255-0857.103758](https://doi.org/10.4103/0255-0857.103758).
  14. Wang, Y., Li, X., Cao, W., Li, Y., Li, H., Du, B., & Wei, Q. (2014). Facile fabrication of an ultrasensitive sandwich-type electrochemical immunosensor for the quantitative detection of alpha fetoprotein using multifunctional mesoporous silica as platform and label for signal amplification. *Talanta*, 129, 411–416, doi: [org/10.1016/j.talanta.2014.06.017](https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.06.017).
  15. Rahbari, A. H., Keshavarz, H., Shojaee, S., Mohebbi, M., & Rezaeian, M. (2012) IgG avidity ELISA test for diagnosis of acute toxoplasmosis in humans. *Korean J. Parasitol.*, 50(2), 99–102. doi: [org/10.3347/kjp.2012.50.2.99](https://doi.org/10.3347/kjp.2012.50.2.99).
  16. Gołęb, J, Jakóbsiak, M, Lasek, W, & Stokłosa, T. (Eds.). (2013). *Immunologia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
  17. Medyanseva, E, Khaldeeva, E, & Budnikov, G (2001). Immunosensors in biology and medicine: analytical capabilities, problems and prospects. *J. Anal. Chem.*, 56, 1015–1031. doi: [org/10.1023/A:1012345025093](https://doi.org/10.1023/A:1012345025093).
  18. Shankaran, D. R., Gobi, K. V., & Miura, N. (2007) Recent advancements in surface plasmon resonance immunosensor for detection of small molecules of biomedical, food, environmental interest. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 121(1), 158–177. doi: [org/10.1016/j.snb.2006.09.014](https://doi.org/10.1016/j.snb.2006.09.014).
  19. Tokarsky, O, & Marshall, D. (2008). Immunosensors for rapid detection of *Escherichia coli* 0157:H7 — perspective for use in the meat processing industry. *Food Microbiology*, 25(12), 1–12. doi: [org/10.1016/j.fm.2007.07.005](https://doi.org/10.1016/j.fm.2007.07.005).

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СКЛАДОВИХ МЕДИЧНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПАСПОРТА ЛЮДИНИ

В. П. Карленко<sup>1</sup>, О. П. Мінцер, О. В. Сарканич<sup>2</sup>, Б. В. Карленко<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>*Національний університет фізичного виховання і спорту України*

<sup>2</sup>*ТОВ «Сузір'я» Санаторій «Квітка полонини»*

Розглянуто доцільність та можливість створення спеціалізованих паспортів людини. Запропонована біоенергетична складова медичного електронного паспорта людини, що може знайти широке застосування в медичних профілактичних і лікувальних установах різного профілю, на підприємствах, у спортивних та інших закладах при автоматизованій оцінці функціонального стану окремих людей, а також при статистичних дослідженнях і визначенні різних соціальних генотипічних груп населення за їхніми фізичними, інтелектуальними та професійними здібностями. Виявлено дев'ять найбільш ефективних показників енергозабезпечення м'язової діяльності людини, розроблено п'ятибальну систему оцінювання їхніх параметрів і встановлено п'ять біоенергетичних груп, до яких відносяться люди з достовірно різними індивідуальними рівнями енергозабезпечення організму.

**Ключові слова:** медичний електронний паспорт (МЕП), спеціалізована інформація МЕП, біоенергетика, біоенергетична складова МЕП, функціональні та резервні можливості організму, енергозабезпечення організму.

## THEORETICAL AND METHODOLOGICAL, AND PRACTICAL FRAMEWORK FOR THE DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF SPECIALIZED COMPONENTS OF THE MEDICAL ELECTRONIC PASSPORT OF THE PERSON

V. P. Karlenko<sup>1</sup>, O. P. Mintser, O. V. Sarkanych<sup>2</sup>, B. V. Karlenko<sup>1</sup>

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

<sup>1</sup>*National University of Physical Education and Sports of Ukraine*

<sup>2</sup>*«Suzir'ya» Ltd Spa resort «Kvitka Polonyny»*

The expediency and the possibility of creation of specialized passports of a person are considered. It is proposed bioenergy component of the medical electronic passport, which can be widely used in preventive and medical institutions of various profiles, at enterprises, at sports and other institutions, with an automated assessment of the functional status of individuals, as well as in statistical studies and the identification of different social genotypic populations by their physical, intellectual and professional abilities. The nine most effective indicators of power supply of muscular activity of the person were revealed, a five-point system of estimation of their parameters was developed and five bioenergetic groups were identified, which include people with significantly different individual levels of energy supply of the organism.

**Key words:** medical electronic passport (MEP), specialized information of MEP, bioenergetics, bioenergetic component of MEP, functional and reserve capabilities of an organism, energy supply of an organism.

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПО РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ МЕДИЦИНСКОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПАСПОРТА ЧЕЛОВЕКА

В. П. Карленко<sup>1</sup>, О. П. Минцер, А. В. Сарканыч<sup>2</sup>, Б. В. Карленко<sup>1</sup>

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

<sup>1</sup>*Национальный университет физического воспитания и спорта Украины*

<sup>2</sup>*ООО «Сузирья» Санаторий «Квитка полоньны»*

Рассмотрена целесообразность и возможность создания специализированных паспортов человека. Предложена биоэнергетическая составляющая медицинского электронного паспорта человека, которая может найти широкое применение в медицинских профилактических и лечебных учреждениях различного профиля, на предприятиях, в спортивных и других заведениях при автоматизированной оценке функционального состояния отдельных людей, а также при статистических исследованиях и определении различных социальных генотипических групп населения по их физическим, интеллектуальным и профессиональным способностям. Выявлено девять наиболее эффективных показателей энергообеспечения мышечной деятельности человека, разработана пятибалльная система оценки их параметров и установлены пять биоэнергетических групп, к которым относятся люди с подлинно различными индивидуальными уровнями энергообеспечения организма.

**Ключевые слова:** медицинский электронный паспорт (МЭП), специализированная информация МЭП, биоэнергетика, биоэнергетическая составляющая МЭП, функциональные и резервные возможности организма, энергообеспечение организма.

**Вступ.** Раніше групою авторів була проведена велика робота зі створення медичного електронного паспорта (МЕП) громадянина [1, 4, 5, 8, 11]. Стверджувалося, що мобільний документ, який віддзеркалює стан здоров'я людини та доступний для читання (зрозуміло, при відповідному дозволі власника паспорта в будь-якій точці світу), дозволив би суттєво змінити на краще управління охороною здоров'я за рахунок:

- надання об'єктивізованої динамічної картини структури здоров'я населення з виділенням груп ризику і локалізацією їхнього місцезнаходження і професійної діяльності;
- обґрунтування індивідуалізованої профілактики захворювання на стадії, коли ще можливе повернення стану основних систем організму до норми;
- створення принципово нового електронного документу з розподіленням прав і обсягу доступу для лікуючого лікаря, лікаря швидкої і невідкладної допомоги, провізора, страхового товариства і самого пацієнта;
- організації ефективної системи взаєморозрахунків при наданні медичних послуг населенню, включаючи аптечне обслуговування;
- підвищення економічної обґрунтованості медичного страхування і зниження витрат завдяки достовірності вихідної діагностичної інформації;
- обґрунтованого планування в умовах обмеженості фінансових ресурсів найбільш доцільних

програм оздоровлення населення в конкретних регіонах (областях, районах, містах).

На жаль, практично розроблений та готовий до впровадження МЕП не знайшов свого місця в організації охорони здоров'я, але до теперішнього часу не втратив своєї актуальності. Більш того, завдяки новим науковим дослідженням, зокрема в галузях геноміки, протеоміки, метаболоміки, тобто індивідуалізації лікувально-діагностичних дій, набуває нової акцентуації.

Доцільність паспортизації фізіологічного стану людини обумовлена, з одного боку, у контексті взаємозв'язку існуючих медико-біологічних, соціальних, психологічних, біоенергетичних та інших теорій, відповідно до яких життєдіяльність окремого індивіда як біологічної і соціальної істоти, групи людей і суспільства обумовлюється єдністю процесів збалансованого існування та реалізації ними життєвих потреб і можливостей, що забезпечують багаторічну, поточну та оперативну працездатність у поєднанні біоенергетичних процесів з формами проявів самотності людини. З іншого боку, необхідність паспортизації фізіологічного стану людини зумовлена потребою узагальнення накопичених наукових даних щодо закономірностей розвитку людини в онтогенезі та їх використання з метою оптимізації процесу її повсякденної життєдіяльності.

Окремими науковцями доведено, що через призму процесів енергозабезпечення забезпечується безперервність перетворення на клітинному рівні

зовнішніх і внутрішніх джерел енергії у субстрати, які використовуються для функціонування окремих органів, систем та організму в цілому, кожна клітина якого забезпечує свої енергетичні потреби за рахунок зовнішніх ресурсів, що відрізняються суттєвою різноманітністю.

В інших дослідженнях встановлено, що енергія для забезпечення фізіологічної діяльності окремих органів, систем (зокрема м'язової і серцево-судинної) і організму в цілому споживається від зовнішніх джерел живлення (вуглеводи, жири і білки) і за допомогою кисню перетворюється на фізичну або інтелектуальну роботу [14–16].

Отже, життєдіяльність людини, що характеризується перш за все її працездатністю, з одного боку обумовлена генотипічними, а з іншого — фенотипічними чинниками, що взаємопов'язані та взаємозалежні. При цьому працездатність людини зумовлена рівнем енергозабезпечення її організму і бережливим використанням енергетичних ресурсів, а також ступенем збалансованості процесів репродукції і утилізації енергії в умовах повсякденної діяльності.

Важливим чинником, що зумовлює ефективність життєдіяльності людини, є психічні властивості, рівень яких визначається ступенем її стійкості в умовах стресу. Таке ствердження коректно співвідноситься з окремими положеннями біологічної концепції стресу, розробленої Гансом Сельє у 1936 році, згідно з якими встановлено, що однією з головних функцій психіки людини є врівноваження діяльності організму з постійно змінними умовами зовнішнього середовища, а психічні процеси по суті є проявом фізіологічних процесів, що обумовлені, зі свого боку, біоенергетикою діяльності людини на клітинному рівні.

Проте, зазначені наукові дані та результати досліджень інших авторів свідчать про суто диференційований підхід для оцінки та характеристики різних проявів життєдіяльності людини та їх переважну односторонність.

Саме тому подальше удосконалення професійної та соціальної діяльності людини потребує застосування доступних підходів, зокрема інтегрованого, для визначення дієвих засобів, методів та способів такого удосконалення в умовах урбанізованого суспільства. В інтегрованому підході мають ураховуватися закономірності взаємозв'язку щоденних поведінкових проявів особистості з рівнем її енергозабезпечення, на засадах яких доцільно розробити відповідні алгоритми для

інтегровано-диференційованої оцінки ознак життєдіяльності людини, що притаманні тому чи іншому виду професійної і соціальної діяльності.

Таке припущення ґрунтується на вимогах часу щодо удосконалення діяльності людини у різних виробничих сферах, зумовленого високим ступенем зайнятості та підвищеним рівнем професійних навантажень на сучасному етапі розвитку суспільства, шляхом активізації свідомості людини щодо потреби ефективного використання власних здібностей упродовж певного періоду життя. Це потребує застосування нових діагностичних технологій для комплексного контролю за довгостроковим, поточним і оперативним функціональним станом органів, систем та організму людини в цілому, однією з яких може бути розроблення та впровадження біоенергетичного паспорта людини.

Передбачалося, що розроблення біоенергетичного паспорта людини на основі використання сукупних знань щодо медико-біологічних, психологічних і соціальних закономірностей функціонування людського організму з урахуванням індивідуальних закономірностей його енергозабезпечення забезпечить:

- визначення індивідуального біоенергетичного, медичного, соціального, психологічного та професійного профілів людини;
- оптимізацію професійної діяльності людини;
- створення науково-методичних та практичних засад для керування життєдіяльністю та працездатністю людини в макро-, мезо- та мікроінтервалах часу соціального середовища.

**Мета роботи:** визначення можливості створення та обґрунтування структури спеціалізованої біоенергетичної складової МЕП.

**Матеріали та методи дослідження.** Для проведення досліджень в різних умовах соціального середовища використовувався комплекс педагогічних, медико-біологічних, психологічних та кінезіологічних методів дослідження діяльності людей різного віку, статі та професійної належності, серед яких — аналіз науково-методичної та спеціальної літератури; вивчення різновидів поведінки людей у соціальному середовищі та їх узагальнення; педагогічні спостереження за їхньою повсякденною спортивною та оздоровчою діяльністю; бесіди із застосуванням методів експертних оцінок; навантажувальні тести з проведенням газоаналізу, визначенням показників споживання кисню та зон інтенсивності роботи; біохімічний аналіз крові для контролю за рівнем гемоглобіну, гематокриту,

сечовини, молочної кислоти, креатинкінази; електрокардіографія. Отримані результати дослідження оброблені відомими математико-статистичними методами з визначенням  $X$ ,  $\pm m$ ,  $\pm g$ , CV.

Для розроблення біоенергетичного паспорта людини використовувалася авторська методика «D&K-TEST» (патент на винахід № 57675 від 29 жовтня 2002 року «Спосіб експрес-діагностики функціонального стану і резервних можливостей організму та пристрій для його реалізації» [12]), в основу якої покладено вимір амплітуд зубців R та S за методикою Вільсона у модифікації [5].

У програмному забезпеченні, що є невід'ємною частиною зазначеного винаходу, за формулою у грудних відведеннях V3R, V1, V2, V4, V5, V6 передбачено реєстрацію висоти зубця R та глибини зубця S протягом 12–15 с; визначення метаболічної ємності кожного грудного відведення шляхом обчислення співвідношення усереднених значень висоти зубця R та глибини зубця S за формулою  $(R/R+S) \cdot 100\%$  з одночасним диференціюванням висоти зубця R та глибини зубця S до першої похідної у грудних відведеннях V3R (на рівні V3 справа від груднини), V2, V6; розрахунки показників та параметрів рівня енергозабезпечення людини; формування індивідуального протоколу дослідження людини, в якому за допомогою соціальних та біоенергетичних алгоритмів визначають приналежність людини до певної біоенергетичної групи, її біоенергетичний, медичний, психологічний, професійний та соціальний профілі, а також надаються відповідні рекомендації щодо оптимізації діяльності людини у повсякденному соціальному середовищі.

Дослідження проводили з 1978 року по цей час, у них взяли участь близько 4000 осіб різних вікових груп, статі та професій. Їх тестування здійснювалось в клінічних, лабораторних і побутових умовах, у стані спокою і після фізичних навантажень, упродовж інфекційних і застудних захворювань, в різні цикли специфічного біологічного циклу у жінок, у періоди відновлення людини протягом робочого дня, під час участі у фізкультурно-оздоровчих заходах, тренуваннях, змаганнях різних рівнів (регіональні, всеукраїнські, всесвітні студентські ігри, континентальні, чемпіонати світу, Олімпійські ігри). В цілому проведено понад 30 000 тис. людино-досліджень, в яких проаналізовано близько 700 тис. зубців R і S електрокардіограми.

**Результати та їх обговорення.** Досліджено біоенергетичні показники і параметри енергозабезпечення діяльності людини (табл. 1).

Аналіз динаміки зазначених у табл. 1 показників свідчить про їх індивідуальний генез, високий ступінь зв'язку з проявами людської діяльності, достовірність якого оцінювалася респондентами з використанням методу експертних оцінок та коливалася в межах 75–95 % від суб'єктивного розуміння особистої сутності такої діяльності.

Одними з таких біоенергетичних параметрів являються анаеробна (ANAMC), аеробна (AMC) і загальна (GMC) метаболічні ємності.

Анаеробна метаболічна ємність (ANAMC) характеризує здатність до виконання інтенсивних навантажень різного типу на межі можливостей організму. Обчислюється як середня сума процентних відношень  $(R/R+S) \cdot 100\%$  у грудних відведеннях V3R, V1 і V2.

Аеробна метаболічна ємність (AMC) характеризує ємність аеробного джерела енергозабезпечення роботи м'язів, що визначає здатність до тривалого виконання фізичних та інших типів навантажень помірної інтенсивності. Обраховується як середня сума процентних відношень  $(R/R+S) \cdot 100\%$  у грудних відведеннях V4, V5 і V6.

Загальна метаболічна ємність (GMC) являється одним з найбільш важливих параметрів функціональної підготовленості організму. Вона характеризує генетично наперед визначений рівень можливостей організму і може бути оцінкою працездатності. Обчислюється як сума ANAMC і AMC.

Іншими важливими біоенергетичними параметрами являються потужність креатинфосфатного (CPH) і гліколітичного (GL) джерел енергозабезпечення роботи м'язів, які визначаються подібним чином, але за даними відведень V3R і V2 диференційованої електрокардіограми (dEKG) відповідно за формулою  $(R/R+S) \cdot 100\%$ . При обчисленні показників CPH і GL беруть до уваги найбільшу амплітуду зубця R. Показник CPH свідчить про швидкість і динамічну силу, які прямо залежать від максимальних витрат в скелетних м'язах креатинфосфату як джерела енергозабезпечення в умовах короткочасної роботи до виснаження, а за допомогою біоенергетичного показника GL оцінюється потенціальна можливість максимального накопичення молочної кислоти в крові, що характеризує витривалість організму.

Наступним не менш важливим параметром являється потужність аеробного джерела енергозабезпечення (MOC), іншими словами — максимальне споживання кисню, яке традиційно визначається

**Показники енергозабезпечення організму людини, визначені за методикою «D&K-TEST»**

Показник	Характеристика показника
ANAMC — анаеробна метаболічна ємність	Здатність організму людини до виконання загального обсягу роботи (переважно високоінтенсивна)
AMC — аеробна метаболічна ємність	Здатність організму до виконання загального обсягу роботи (переважно малоінтенсивна)
GMC — загальна метаболічна ємність	Обумовлює здатність людини до виконання загального обсягу фізичних, інтелектуальних та інших навантажень, її дієздатність та працездатність
ANAMC/GMC — анаеробна схильність	Визначає анаеробний генотип людини, детермінує швидкість процесів анаеробної утилізації в екстремальних умовах роботи
AMC/GMC — аеробна схильність	Визначає аеробний генотип людини, детермінує швидкість процесів аеробної утилізації під час роботи
CPH — потужність креатинфосфатного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Детермінує силову витривалість, вибухову силу, реактивність, темперамент
GL — потужність гліколітичного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Детермінує рівень спеціальної витривалості, характеризує репродуктивну та утилізаційну функцію печінки
МОС — потужність аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Визначає якість виконання фізичних та інших навантажень аеробної спрямованості до настання втоми
TAN — ефективність використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи до настання втоми	Детермінує економічність використання енергетичних субстратів, здатність до навчання, координаційні здібності, професійну та соціальну гнучкість
HR on the TAN — частота серцевих скорочень на межі анаеробного обміну	Критерій ефективності використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи, визначає пульсові межі зон інтенсивності професійних та фізичних навантажень різної потужності

методом ергоспірометрії і оцінкою вмісту молочної кислоти в крові. При традиційному методі також необхідні навантажувальні тести. Цей параметр вимірюється в мілілітрах за хвилину, віднесених до маси тіла досліджуваного. Запропонованим непрямим способом МОС визначається за допомогою диференційованої до першої похідної електрокардіограми (dEKG). Спочатку вимірюють амплітуди зубців R і S, а потім розраховують за формулою  $(R/R+S) \cdot 100\%$ . При цьому використовують дані лівого грудного відведення V6. Похибка становить не більше 10%. Фактор аеробної потужності використовують для швидкої оцінки раціонального використання засобів і методів максимізації кардіо-респіраторної продуктивності. Цей показник визначає якість виконання фізичних та інших навантажень аеробної спрямованості до рівня порога анаеробного обміну, а також загальну витривалість організму.

Показник TAN — ефективність використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи, або аеробна економічність, — запропонованим

непрямим способом може бути визначений відношенням  $R/R+S$  до dEKG у відведеннях V2 і V6. Величину TAN у відсотках від МОС одержують в результаті ділення величини TAN у V6 на середню суму цих відношень у V2 і V6.

Вивчення динаміки показників і параметрів МЕРП людини в умовах повсякденної діяльності свідчить, що важливими показниками, які визначають біоенергетичні характеристики досліджуваного організму, являються процентні відношення анаеробної (ANAMC) і аеробної (AMC) метаболічних ємностей до загальної метаболічної ємності (GMC), тобто ANAMC/GMC і AMC/GMC, які є основними ознаками, що відрізняють запропонований спосіб експрес-діагностики.

За цими показниками можна оцінювати генотипні особливості організму, що характеризуються його біоенергетичним потенціалом.

Визначення працездатності за факторами ANAMC, AMC, GMC, CPH, GL, МОС, TAN, ANAMC/GMC та AMC/GMC дозволяє обґрунтовано регламентувати обсяг професійного

Таблиця 2

**Порівняльні дані показників енергозабезпечення людей різного віку та статі  
(чоловіки — 1886 осіб, жінки — 1377 осіб)**

Показник	Стать	Статистичний параметр, ум. од.		
		X	±g	p
ANAMC/GMC	ч	23,4	7,8	>0,05
	ж	24,0	7,2	
AMC/GMC	ч	76,4	8,5	>0,05
	ж	75,9	7,4	
ANAMC	ч	77,1	33,1	>0,05
	ж	81,3	30,3	
AMC	ч	245,7	35,2	>0,05
	ж	251,5	32,8	
GMC	ч	322,9	47,0	>0,05
	ж	332,9	46,6	
CPH	ч	32,1	10,4	>0,05
	ж	34,7	8,3	
GL	ч	33,0	5,1	>0,05
	ж	32,5	6,4	
MOC	ч	64,1	5,9	>0,05
	ж	64,7	5,7	
TAN	ч	65,9	4,6	>0,05
	ж	66,62	4,6	
HR on the TAN	ч	163,0	10,5	>0,05
	ж	163,9	9,2	

навантаження, швидко оцінювати ефективність його впливу на подальший стан людини та її готовність до наступного навантаження (у спортивній та оздоровчій діяльності відтворює ефективність використання засобів і методів розвитку анаеробних та аеробних можливостей, швидкісно-силових якостей, ступінь відновлення організму та стан готовності до проведення наступного тренування).

При порівнянні з фактичними даними, одержаними в клінічних умовах, середня похибка методики «D&R-TEST» становить  $\pm 5\%$ .

Аналіз персональних протоколів дослідження свідчить, що у кожної людини спостерігалися індивідуальні рівні її енергозабезпечення. Тривале порівняння цих показників з даними педагогічного спостереження за учасниками експерименту дозволило нам розробити прогностичний алгоритм відповідності індивідуальних показників енергозабезпечення проявам їхньої повсякденної діяльності.

Системне використання прогностичного алгоритму у процесі застосування показників енергозабезпечення, отриманих з використанням методики «D&K-TEST» для інтерпретації належності людини до відповідного біоенергетичного медичного,

психологічного, професійного та соціального типу особистості без збору додаткової інформації про таку людину, свідчить про високий рівень зв'язку (75–95 %) цих показників із зворотною інформацією респондентів щодо особистого розумінням ними свого статусу відповідно до сучасних уявлень медицини, біології, психології, біоенергетики та інших наук. Такі дані дозволили зробити висновок щодо високої прогностичної цінності методики «D&K-TEST».

Дослідження взаємозв'язку показників і параметрів енергозабезпечення людини в умовах повсякденної діяльності шляхом узагальнення абсолютних показників у людей різного віку та статі показало, що між їхніми середньо-груповими показниками відсутня достовірна різниця, що забезпечує універсальне використання цих показників без уведення додаткових коефіцієнтів (табл. 2).

Подальший статистичний аналіз динаміки багаторічних досліджень показників енергозабезпечення людей різного віку, статі та соціального статусу дозволив розробити спеціальну номограму інтегральної оцінки енергозабезпечення діяльності людини та/або стану функціональних і резервних

Таблиця 3

Номограма для оцінки інтегрального стану енергозабезпечення людини та/або функціональних і резервних можливостей її організму

Показник	Діапазон коливань		X±m	Оцінка показників, бали				
	min	max		1	2	3	4	5
Показники і параметри оцінки належності людини до біоенергетичної групи, %								
Біоенергетична група								
ANAMC/GMC	1	67,3	25,1±0,1	1-11	12-20	21-29	30-38	39-83
AMC/GMC	32,7	99,9	74,9±0,1	89-99	80-88	71-79	62-70	17-61
Діапазон коливання параметрів показників, %								
Максимальна кількість балів за одним показником								
				9	18	27	36	45
Показники і параметри оцінки функціонального стану та резервних можливостей організму, %								
Діапазон коливання показників (балів)								
				1-9	10-18	19-27	28-36	37-45
				мінімальний	посередній	середній	високий	максимальний
ANAMC	2	265,0	80,3±0,4	2-29	30-63	64-96	97-130	≥131
AMC	68	300,0	234,1±0,5	68-177	178-215	216-252	253-290	291-300
GMC	116	521,0	314,4±0,7	116-237	238-288	289-339	340-390	≥391
CPH	2	79,2	32,6±0,1	2-16	17-27	28-38	39-49	≥50
GL	11	77,3	31,3±0,1	11-18	19-26	27-35	36-43	≥44 i
MOC	25	86,9	64,0±0,1	25-52	53-60	61-67	68-75	≥76 i
TAN	43,6	86,0	67,2±0,1	43-60	61-64	65-67	68-73	≥74 i

Примітка. Показники ANAMC, AMC, GMC ≤300 ум. од.

можливостей організму, в якій наведені їхні середньостатистичні (нормативні) значення, межі коливань та параметри оцінки за п'ятибальною системою (табл. 3).

Кожен із 9 показників, крім HR on the TAN, має п'ять діапазонів значень (від одно- до п'ятибального), які визначають рівень функціональних можливостей (мінімальний, посередній, середній, високий, максимальний) та обумовлюють біоенергетичну групу, до якої відноситься та чи інша людина. Таким чином, загальна кількість балів коливалася від 9 до 45.

Належність людини до певної біоенергетичної групи визначалася за допомогою показників, які характеризуються процентними відношеннями ANAMC/GMC та AMC/GMC. Загальна кількість цих груп становить 5. При цьому, як показали дослідження, чим більший номер біоенергетичної групи, тим більшу перевагу вона має у рівні працездатності та можливостей щодо високих професійних здобутків.

З метою виявлення динаміки розбіжностей показників у людей, які відносяться до певної біоенергетичної групи, проведено спеціальні дослідження, в них брали участь спортсмени, які займалися різними видами спорту та відносяться до такої соціальної категорії, де спостерігаються

найбільш екстремальні форми прояву їхньої повсякденної життєдіяльності та працездатності.

Результати досліджень, наведені у табл. 4, свідчать, що зі збільшенням номеру біоенергетичної групи у послідовності від першої до п'ятої, до якої належали спортсмени, спостерігалось достовірне збільшення показників ємності і потужності джерел енергозабезпечення м'язової діяльності, таких як ANAMC, GMC, CPH та GL, які відповідно до наших спостережень у повсякденній діяльності забезпечують високу працездатність людини в умовах роботи максимальної і високої інтенсивності. Водночас із збільшенням номеру біоенергетичної групи у зазначеній вище послідовності спостерігалось достовірне зменшення показників ємності і потужності джерел енергозабезпечення м'язової діяльності, таких як AMC, МОС та TAN, що забезпечують у повсякденній діяльності високу працездатність переважно в умовах середньої та мінімальної інтенсивності.

Наведені експериментальні дані свідчать про різнонаправлений характер взаємозв'язку працездатності спортсменів з показниками енергозабезпечення їхньої м'язової діяльності, що обумовлене, на наш погляд, генетичною схильністю людини до певного виду фізичної діяльності.

Таблиця 4

**Показники енергозабезпечення людей різних біоенергетичних груп  
(на прикладі різних видів спорту), ум. од.**

Біоенергетична група	n	Статистичний параметр	ANAMC/GMC	AMC/GMC	ANAMC	AMC	GMC	CPH	GL	МОС	TAN	HR on the TAN
5	119	X ср	40,9	59,1	148,8	212,8	361,6	48,6	41,3	62,5	60,5	164,2
		±m	0,6	0,6	3,5	3,3	5,8	1,2	0,9	0,8	0,6	1,2
4	495	X ср	32,1	67,9	112,9	236,9	349,8	40,1	35,6	67,0	65,4	167,9
		±m	0,2	0,2	1,1	1,5	2,2	0,4	0,3	0,32	0,2	0,5
3	1107	X ср	24,5	75,1	81,8	248,3	330,0	33,5	31,8	68,5	68,0	168,4
		±m	0,1	0,1	0,5	0,9	1,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3
2	846	X ср	17,6	82,1	54,6	250,8	305,5	32,9	32,1	68,0	67,7	167,8
		±m	0,1	0,2	0,7	1,0	1,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3
1	241	X ср	10,1	88,7	33,1	253,8	286,9	34,4	34,2	66,4	65,8	166,4
		±m	0,5	0,5	1,9	1,8	2,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,5
Усього	2808	X ср	23,3	76,5	77,8	252,0	323,7	35,2	33,2	67,7	67,0	169,8
		±m	0,2	0,2	0,7	0,6	0,9	0,2	0,1	0,1	0,9	0,2

Підтвердженням тому є більш високі результати спортсменів, які відносяться до 5, 4-ї та 3-ї біоенергетичних груп, на Олімпійських іграх та чемпіонатах світу, де вони здобували в індивідуальних дисциплінах переважно 1-ше–3-тє місця порівняно із здобутками спортсменів 1-ї та 2-ї біоенергетичних груп, які на зазначених змаганнях в індивідуальних дисциплінах посідали переважно місця в трійці призерів та здобували також медалі найвищого ґатунку у командних номерах програми.

Цей висновок може бути екстрапольований на діяльність людей з різним ступенем напруженості роботи.

Важливим показником, що також характеризує зв'язок переважної схильності людини до певного типу енергозабезпечення її повсякденної діяльності, є виявлення співвідношення у біоенергетичних групах людей різного віку (табл. 5).

Аналіз матеріалів досліджень, проведених на прикладі діяльності численної групи спортсменів віком від 8 до 30 років і старших, які займалися різними видами спорту, свідчить, що найменший відсоток спортсменів у біоенергетичних групах спостерігався у п'ятій (від 2,6 % у віці 27–29 років до 6,5 % у віці 13–15 років, в середньому 4,3 % від загальної чисельності) та першій групі (від 4,0 % у віці 13–15 років до 15,4 % у віці 30 років та старші, в середньому 8,6 % від загальної чисельності). Найбільший відсоток спортсменів у біоенергетичних групах встановлено у третій групі (від 30,9 % у віці 8–12 років до 41,5 % у віці від 24–26 років, у середньому 39,4 %). У спортсменів, які відносяться до другої та четвертої груп, протягом визначних вікових періодів також спостерігаються несуттєві коливання їх відсоткового співвідношення. Середній показник вікової належності спортсменів до певної біоенергетичної групи, що становив у четвертій групі 17,6 %, відрізнявся суттєво від

аналогічних показників у п'ятій, третій та першій групах. Середній показник вікової належності спортсменів до певної біоенергетичної групи, що становив у другій групі 30,1 %, суттєво відрізнявся від аналогічних показників спортсменів першої, четвертої та п'ятої груп, але не суттєво від показника спортсменів, які відносилися до третьої біоенергетичної групи, що свідчить в цілому про достатньо високу ідентичність спортсменів другої та третьої біоенергетичних груп.

Отже, у динаміці показників енергозабезпечення діяльності спортсменів встановлено суттєву різницю між співвідношенням спортсменів таких біоенергетичних груп, як 1–5, 1–4, 1–3, 1–2; 2–5, 2–4, 2–1; 3–5, 3–3, 3–1, та несуттєву між 2–3.

Аналогічні результати отримані нами за підсумками досліджень щодо співвідношення у біоенергетичних групах людей, які не займалися спортивною діяльністю.

Висновки щодо належності людей до певних біоенергетичних груп покладені в основу формування програмного алгоритму визначення їхніх біоенергетичного, медичного, психологічного, професійного та соціального статусів без застосування методів дослідження, що потребують від людей у процесі виконання відповідних тестів надання досліднику інформації про особливості прояву їхньої особистої діяльності, а також додаткового фізичного, психічного та інтелектуального напруження.

З метою підтвердження припущення щодо доцільності застосування розроблених показників енергозабезпечення людини для контролю за поточним та оперативним станом її здоров'я проведено спеціальні дослідження щодо їх динаміки та взаємозв'язку з різним функціональним станом людей у процесі їхньої повсякденної діяльності. Так, зокрема вибіркові тестування людей

Таблиця 5

**Співвідношення людей різних вікових періодів у біоенергетичних групах, %  
(на прикладі спортсменів, n=2808)**

Біоенергетична група	Вікові періоди, роки							Середнє значення за вибіркою
	8–12	13–15	16–20	21–23	24–26	27–29	30 і старші	
5	4,8	6,5	5,1	3,0	3,0	2,6	3,8	4,3
4	19,1	23,6	18,7	15,0	15,5	17,9	15,4	17,6
3	30,9	39,3	40,3	36,0	41,5	36,0	38,5	39,4
2	33,3	26,6	28,8	36,1	29,6	32,3	26,9	30,1
1	11,9	4,0	7,1	9,9	10,4	11,2	15,4	8,6

з використанням методики «D&K-TEST» під час найбільш розповсюджених у соціальному середовищі застудних та інфекційних захворювань, ступінь яких оцінюється за динамікою аксиллярної температури, свідчать, що з її підвищенням до 37,9 °С спостерігається тенденція до поступового погіршення переважної більшості показників енергозабезпечення, та зокрема ANAMC, максимум якого настав на 5-ту добу та становив -20 % від індивідуальної моделі хворого. У подальшому розвитку захворювання спостерігається поступове поліпшення зазначеного показника, незважаючи на другу хвилю підвищення аксиллярної температури тіла. У заключній фазі захворювання спостерігалось зменшення аксиллярної температури тіла до фізіологічної норми, а показник ANAMC після короткострокового погіршення до -17 % від індивідуальної моделі підвищився до +10 %, після чого досягнув межі допустимих коливань (рис. 1).

Аналогічні приклади залежності зазначених показників від стану здоров'я спостерігалися в інших людей різного віку, статі та професійної приналежності.

Таким чином, динаміка показників енергозабезпечення м'язової діяльності людини, зокрема такого показника, як анаеробна метаболічна ємність (ANAMC), свідчить про його високу інформаційну надійність та можливість використання для контролю за динамікою поточного і оперативного стану здоров'я.

З метою подальшого вивчення особливостей динаміки показника енергозабезпечення (ANAMC) в умовах максимального прояву функціональних можливостей людини вивчалися його зміни у процесі проведення ударного тренування в бігу на 400 м з бар'єрами, спрямованого на розвиток спеціальної витривалості, що було передбачено планом підготовки спортсменки Т. до літніх Олімпійських

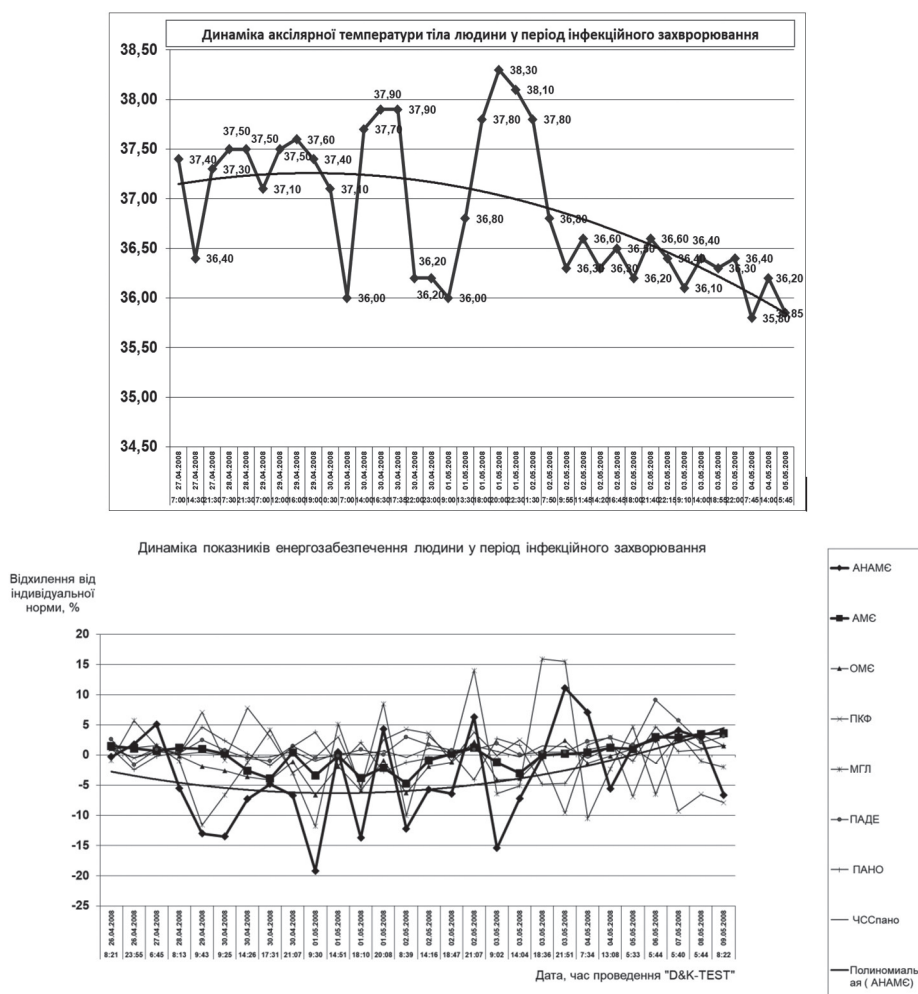


Рис. 1. Динаміка аксиллярної температури тіла людини та показників її енергозабезпечення у період інфекційного захворювання

ігор 2006 року в Афінах, яка у подальшому стала бронзовою призеркою Олімпіади. З цієї метою перед початком тренування проведено оперативне тестування спортсменки за методикою «D&K-TEST», у результаті якого з'ясувалося, що показник ANAMC виявився на 20 % гіршим від індивідуальної модельної величини спортсменки. На підставі отриманої оперативної інформації особистий тренер спортсменки погодив перенести тренування на інший час. Повторне тестування показало, що показник ANAMC відрізнявся від індивідуальної моделі на -1 %. Таке відхилення відповідало завданням запланованого тренування. У подальшому після закінчення кожного з трьох проведених забігів та на 20-й хвилині відпочинку після кожного з них здійснювалося вимірювання показника ANAMC у комплексі з іншими показниками.

Аналіз динаміки показника ANAMC відносно індивідуальної модельної характеристики спортсменки у ході проведення 1, 2-го та 3-го забігів показав наявність прогресивної динаміки його погіршення, що становило відповідно 33 %, -31 % та -30 %. При цьому через кожні 20 хвилин відпочинку після кожного забігу зазначений показник перевищував або відновлювався до індивідуального модельного рівня та становив відповідно +7 %, +1 % та -1 %. В цілому динаміка ANAMC свідчила про його позитивні зрушення, що суб'єктивно підтвердила спортсменка після закінчення 3-го забігу (рис. 2).

Аналогічні дослідження проведені упродовж контрольних тренувань спортсменів з біатлону, лижних гонок, спортивної гімнастики та інших видів спорту.

Висока інформативність показників енергозабезпечення, зокрема ANAMC, щодо адекватності динаміки ступеню впливу на організм спортсмена виконаної тренувальної та змагальної роботи виявлена у процесі довгострокового застосування методики «D&K-TEST» під час підготовки до зимових Олімпійських ігор 2006 року в Турині. Зокрема встановлено, що великий обсяг тренувальної роботи у підготовчому періоді призводить до зменшення поточного показника ANAMC до -50 % відносно індивідуальної моделі, та навпаки, ці показники підвищувалися до 50 % у періоді відновлення.

На етапі безпосередньої підготовки до Олімпійських ігор (січень-лютий) діапазон коливань зазначеного показника анаеробної метаболічної ємності ANAMC значно звузився від +20 %

до -20 %, а участь у змаганнях зимової Олімпіади співпала з фазою підвищеного енергозабезпечення організму спортсменки. Результатом такого планування підготовки стало здобуття спортсменкою двох золотих олімпійських нагород (рис. 3).

Важливим показником життєдіяльності людини є кислотно-основна рівновага організму, показником якої являється рівень накопичення лактату крові. Для з'ясування наявного зв'язку розроблених показників енергозабезпечення діяльності людини з рівнем лактату проведено спеціальні дослідження за участю боксерів високої кваліфікації, для яких перед початком ударного тестування проведено тестування з використанням методики «D&K-TEST», а після його закінчення вимірювався рівень лактату в крові.

Аналіз динаміки рівня лактату відповідно до біоенергетичних груп спортсменів показав, що найбільша його концентрація спостерігалася у боксерів другої (13,7 ммоль/л), першої (12,4 ммоль/л) та четвертої (11,2 ммоль/л) груп, а найменша — у боксерів п'ятої (8,3 ммоль/л) та третьої (10,3 ммоль/л) біоенергетичних груп (рис. 4).

Отже, проведені дослідження свідчать про наявний взаємозв'язок між таким показником енергозабезпечення людини, як її належність до певної біоенергетичної групи, з показником лактату крові, від рівня якого залежить швидкість відновлення організму людини упродовж та після виконання роботи високої інтенсивності. Такі дані дозволили конкретизувати розроблений нами для біоенергетичного паспорта людини алгоритм професійної та соціальної діяльності людей, які належать до різних біоенергетичних груп, яким визначається, що особистості, які відносяться до п'ятої, четвертої та частково третьої біоенергетичних груп володіють найбільш високим рівнем працездатності під час виконання навантажень високої інтенсивності.

Підтвердженням ефективності використання інших показників енергозабезпечення людини свідчать результати довгострокового однорічного експерименту, у результаті якого встановлено щільний зв'язок між оперативною оцінкою показника СРН (потужність креатинфосфатного джерела енергозабезпечення м'язової діяльності), який регламентує силу витривалість людини, та максимальною кількістю віджимань в упорі лежачи. Для цього перед проведенням віджимання здійснювалося тестування за методикою «D&K-TEST». Як свідчить аналіз отриманих результатів, найбільша кількість

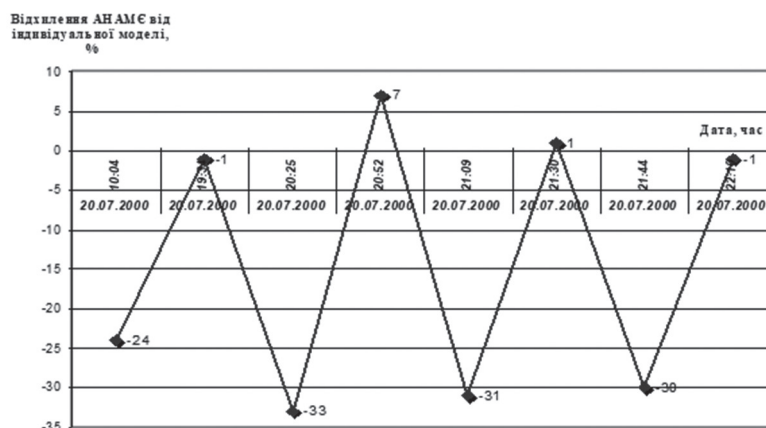


Рис. 2. Динаміка показника АНАМС у спортсменки Т. у ході проведення тренування з розвитку спеціальної витривалості в бігу на 400 м з бар'єрами

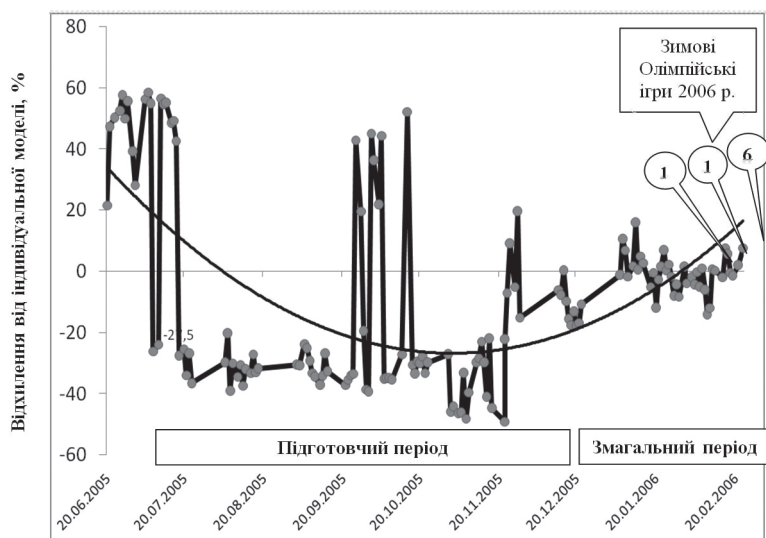


Рис. 3. Динаміка анаеробних можливостей (АНАМС) у дворазової олімпійської чемпіонки з лижних гонок в Турині Х. Ш. у спортивному сезоні 2005–2006 років

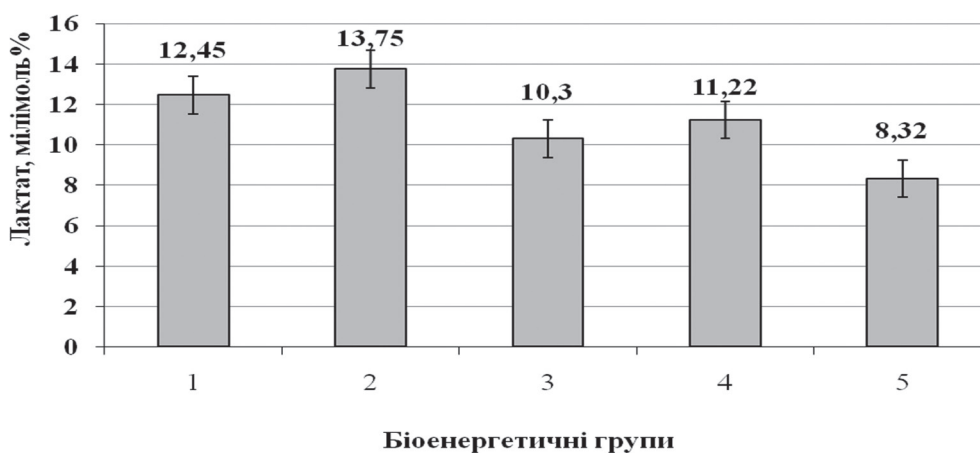


Рис. 4. Рівень лактату в крові боксерів після ударного навантаження, що відносяться до різних біоенергетичних груп, визначених за методикою «D&K-TEST»

віджимань припадає на оцінку показника 5 балів, найменша — 1 бал (табл. 6).

Це дає можливість обґрунтувати систему планування обсягів фізичних навантажень для спортсменів, завдяки якій в оперативному режимі без використання спеціальних методик оцінювалася ефективність використання засобів і методів тренування для розвитку фізичних якостей, визначався ступінь відновлення організму та стан готовності до проведення наступного тренування залежно від індивідуального коливання показників «D&K-TEST». Пропонуються критерії для корегування обсягів фізичних навантажень, що можуть використовуватися у практиці контролю за руховою активністю людей інших соціальних груп залежно від оперативної динаміки відхилення показників енергозабезпечення від їхньої індивідуальної моделі (табл. 7).

Отже, встановлено, що фізичні навантаження різної переважної спрямованості та потужності односпрямовано впливають на динаміку показника ANAMC та комплексу інших показників енергозабезпечення діяльності людини.

Виявлено дев'ять найбільш ефективних показників енергозабезпечення м'язової діяльності людини, розроблено п'ятибальну систему оцінки їхніх

параметрів та встановлено п'ять біоенергетичних груп, до яких відносяться люди з достовірно різними індивідуальними рівнями енергозабезпечення організму.

Результати проведених досліджень свідчать, що розроблені показники та параметри енергозабезпечення діяльності людини адекватно співвідносяться зі станом їхнього здоров'я, ступенем впливу на організм факторів зовнішнього середовища, однонаправлено реагують на прояви таких впливів незалежно від віку, статі, професійної та соціальної приналежності людини, що забезпечує універсальність їх використання, а також створює необхідне підґрунтя для розроблення відповідних алгоритмів керування працездатністю людини.

Особливості динаміки біоенергетичних показників та їхніх параметрів, характер зв'язку між ними у різних проявах життєдіяльності людини покладено в основу розроблення біоенергетичного паспорта людини.

**Структура біоенергетичної складової МЕП.** Суспільна потреба у наявності біоенергетичного паспорта полягає у необхідності повсякденного зовнішнього, внутрішнього контролю та самоконтролю за раціональним використанням людьми індивідуальних можливостей організму, оскільки

Таблиця 6

**Залежність максимальної кількості віджимань в упорі лежачи від потужності креатинфосфатного джерела м'язової діяльності організму, визначеного за методикою «D&K-TEST»**

Оцінка оперативного стану СРН, бали	1	2	3	4	5
Кількість віджимань в упорі лежачи	50,0	56,9	57,2	69,7	74,9

Таблиця 7

**Критерії для корегування обсягів фізичних навантажень людей залежно від ступеню відхилення оперативних показників енергозабезпечення від індивідуальної моделі**

Показник	Діапазон відхилення оперативного показника від індивідуальної моделі, %	Рекомендований обсяг зменшення планового навантаження з урахуванням відхилення оперативного показника від індивідуальної моделі, %		
		на 30 %	на 70 %	скасування
ANAMC	від +57 до -57	-15	-35	>-35
AMC	від +33 до -30	-8	-16	>-16
GMC	від +24 до -30	-15	-30	>-30
СРН	від +63 до -61	-18	-46	>-46
GL	від +46 до -40	-15	-35	>-35
МОС	від +26 до -23	-4	-8	>-8

Примітка. У разі позитивного відхилення показника енергозабезпечення від індивідуальної моделі: а) у спортивній діяльності виконуються обсяги запланованих навантажень з урахуванням індивідуальних планів підготовки; б) у професійній та соціальній сферах — з урахуванням виробничих планів людини

реалії сьогодення свідчать про високий рівень напруженості їх діяльності на професійному, соціальному та побутовому рівнях.

Структура та зміст біоенергетичної частини МЕП формуються на основі даних тестування людини з використанням методики «D&K-TEST», що формалізується в індивідуальному протоколі дослідження. Зокрема включається така інформація:

- якісна і кількісна характеристика параметрів і показників системи енергозабезпечення м'язової діяльності людини;
- індивідуальні параметри показників енергозабезпечення людини;
- схильність людини до біоенергетичної групи;
- показники серцевої діяльності людини.

З урахуванням належності людини до біоенергетичної групи, різних співвідношень її індивідуальних параметрів показників енергозабезпечення та відповідних програмних алгоритмів, що всебічно характеризують повсякденні прояви життєдіяльності людини, у паспорті формуються біоенергетичний, медичний, психологічний, професійний та соціальний профілі людини, зміст яких надається перспективному (прогностичному) та ретроспективному аспектам.

Біоенергетичний профіль людини передбачає інформацію щодо належності до біоенергетичної групи, наявності у неї переважного типу енергозабезпечення поточної і оперативної діяльності та особливостей його використання.

У медичному профілі надається інформація щодо схильності людини до певного типу захворювань, травматизму та ризику їх виникнення, рекомендацій стосовно особливостей використання різних систем харчування.

Психологічний профіль людини передбачає надання інформації щодо її психологічного портрету, темпераменту, психосоціотипу, способів інформаційного самозабезпечення та прийняття рішення, головних рис характеру та образу життя, сумісності з іншими людьми для формування творчих колективів з метою вирішення спеціальних завдань.

У професійному кластері зосереджена інформація стосовно схильності людини до певної сфери діяльності, стилю керівництва, служби у військових формуваннях, занять видами фізкультурно-оздоровчої та спортивної діяльності, надійності керування різними транспортними засобами тощо.

Соціальний кластер передбачає інформацію щодо створення сім'ї, організації відпочинку,

використання раціональних механізмів регулювання міжособистісних та міжгрупових відносин, тощо.

Доцільність розроблення біоенергетичної складової МЕП відповідає вимогам існуючих теоретичних положень, а також висновкам наших спостережень щодо формалізації дієвого контролю за динамікою працездатності людини в онтогенезі, оскільки її рівень у окремої людини та соціального колективу в цілому впливає на ефективність взаємовідносин продуктивних сил і виробничих відносин, забезпечує реалізацію ними вимог суспільства щодо виконання обсягів та інтенсивності різновидів робіт, сприяє згуртованості професійних і творчих колективів, обумовлює міцність та надійність міжособистісних стосунків в сім'ях, а також взаємовідносин в інших соціальних осередках.

Нагальною потребою щодо впровадження біоенергетичного паспорта людини в сучасних умовах розвитку суспільства у повсякденне життя є також необхідність систематизації алгоритмів поліпшення її життєдіяльності (працездатності) та їх синхронізації відповідно до індивідуальних можливостей систем енергозабезпечення шляхом використання нових інформаційних та біотехнологій. При цьому біотехнологіям відводиться особливо важливе значення, оскільки вони базуються на індивідуальних показниках системи енергозабезпечення м'язової та серцево-судинної діяльності людини. Саме у цих системах відбуваються безперервні анаболічні процеси, що супроводжуються репродукцією енергії з використанням потужностей креатинфосфатного, гліколітичного і аеробного джерел, та катаболічні, що забезпечують утилізацію шкідливих для діяльності організму метаболітів, зокрема молочної кислоти, які утворюються унаслідок споживання енергії. Швидкість та ефективність утилізаційних процесів обумовлені рівнем анаеробної, аеробної та загальної метаболічної ємності зазначених систем (особливо серцево-судинної, яка споживає для живлення серцевого м'язу молочну кислоту) [9, 15].

Результати проведених досліджень підтверджуються в працях інших науковців. Зокрема у непрямих дослідженнях, проведених для визначення енергозабезпечення організму за методикою Вільсона, у 38 спортсменок та 18 спортсменів виявлено позитивний кореляційний взаємозв'язок між співвідношенням висоти зубців R і S в грудних відведеннях: V3R — з показниками біопсії

( $r=0,9$ );  $V_2$  — з рівнем лактату крові ( $r=0,9$ );  $V_6$  — з величиною максимального споживання кисню ( $r=0,9$ ) [13].

Встановлено також взаємозв'язок генетичної схильності серця спортсменів до роботи в анаеробних та аеробних умовах м'язової діяльності з функціонально-моторною асиметрією тіла людини у проявах спеціальних локомоцій та фізіоломіки [17, 18].

В дослідженнях, присвячених виявленню взаємозв'язку показників «D&K-TEST» з типом темпераменту (методика Г. Айзенка) та ігровим амплу футболістів, встановлено, що переважній більшості спортсменів, які відносилися до 1-ї та 2-ї біоенергетичних груп, у 91 % були притаманні холеричний і сангвіно-холеричний тип темпераменту та амплу нападників, до 3-ї групи — сангвіно-холеричний і сангвінічний з амплу напівзахисників, до 4-ї та 5-ї груп — сангвіно-меланхолічний, сангвіно-флегматичний, меланхолічний і флегматичний з переважним амплу напівзахисників, захисників та голкіперів. Виявлено також різний ступінь належності спортсменів у видах спорту до біоенергетичних груп. Зокрема в ігрових видах спорту переважали спортсмени 2-ї та 3-ї біоенергетичних груп, у видах єдиноборств спостерігалось рівне співвідношення спортсменів, які відносилися до 2, 3-ї та 4-ї груп, у важкій атлетиці були присутні спортсмени 2, 3, 4-ї та 5-ї біоенергетичних груп [7].

Окремими дослідниками доведено наявність впливу рівня енергозабезпечення м'язової діяльності, визначеного за методикою Вільсона, на прояв техніко-тактичної майстерності лижників-гонщиків під час участі у змаганнях [3].

Наші дослідження доповнюють висновки відомих спеціалістів у сфері біології та медицини щодо проявів різних форм активності людини, зокрема спортивної, яка посідає друге місце за ступенем впливу на організм після військових дій; свідчать, що рівень співвідношення процесів репродукції та утилізації в організмі людини забезпечує їй підсвідому синхронізацію напруженості повсякденної професійної та соціальної діяльності з такими важливими генетично обумовленими критеріями функціональних і резервних можливостей, як ефективність, відновлюваність та економічність [1, 5, 10, 14, 20].

Вагомим теоретичним та практичним підґрунтям для запровадження біоенергетичної складової МЕП є результати дослідження у сфері спортивної медицини, фізичної культури та спорту, які

дозволили науково обґрунтувати факторну структуру фізичної працездатності атлетів і її неоднорідність та сформуванню системи моніторингу та нові принципи експрес-контролю аеробного й анаеробного обміну [3], розробити відповідні способи та пристрої реєстрації показників і параметрів енергозабезпечення діяльності спортсменів [6, 12, 19] і біоенергетичний паспорт спортсмена [2].

Отже, наведені наукові дані щодо використання особливостей системи енергозабезпечення організму створюють надійне теоретико-методичне підґрунтя та не суперечать потребі щодо впровадження біоенергетичного паспорта для людей різного віку, статі та соціальних груп із метою оптимізації їхньої повсякденної діяльності в сучасних умовах розвитку суспільства.

#### Висновки.

1. Запропоновано біоенергетичну складову МЕП, що може знайти широке застосування в медичних профілактичних і лікувальних установах різного профілю, на підприємствах, у спортивних та інших закладах при автоматизованому оцінюванні функціонального стану окремих людей, а також при статистичних дослідженнях і визначенні різних соціальних генотипічних груп населення за їхніми фізичними, інтелектуальними та професійними здібностями.
2. Виявлено дев'ять найбільш ефективних показників енергозабезпечення м'язової діяльності людини, розроблено п'ятибальну систему оцінювання їх параметрів і встановлено п'ять біоенергетичних груп, до яких відносяться люди з достовірно різними індивідуальними рівнями енергозабезпечення організму.

#### Література.

1. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. — К. : Олимпийская литература, 2000. — 504 с.
2. Биоэнергетический паспорт спортсмена / В. Карленко, Б. Карленко, Н. Карленко, А. Фокин // Спорт. Олимпизм. Здоровье : материалы Международного научного конгресса (Кишинев, 5–8 октября 2016 г.). — 2016. — Т. II. — С. 518–524.
3. Влияние биоэлектрической активности сердца на технико-тактическое мастерство в лыжных гонках / В. П. Карленко, А. В. Веркалец, Н. В. Карленко [и др.] // Людина, спорт і здоров'я : матеріали II Всеукраїнського з'їзду фахівців спортивної медицини та лікувальної фізкультури України, присвяченого 60-річчю лікарсько-фізкультурної служби України. — Київ, 2008. — С. 44–46.

4. Генетический паспорт человека — значение и выполнение [Электронный ресурс] / GlobalScience.ru. — 10.10.2014. — Режим доступа : <http://globalscience.ru/article/read/25348/>.
5. Душанин С. А. Ускоренные методы исследования энергетического метаболизма мышечной деятельности : методические рекомендации / С. А. Душанин, Ю. В. Береговой, В. Г. Мигулева. — К. : Здоров'я, 1984. — 27 с.
6. Карленко В. П. Использование компьютерной технологии D&K-TEST в практике подготовки квалифицированных спортсменов / В. П. Карленко, Н. В. Карленко. — М. : Всероссийский научно-исследовательский институт физической культуры и спорта, 2003. — С. 134–136.
7. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту : навчально-методичний посібник / заг. ред. О. А. Шинкарук. — К. : Олімпійська література, 2009. — 144 с.
8. Медицинский паспорт [Электронный ресурс] // Здоровье. — 1988. — № 2. — Режим доступа : <http://lechebник.info/484/20.htm>.
9. Меерсон Ф. З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность / Ф. З. Меерсон. — М. : Наука, 1975. — 263 с.
10. Михайлов В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоаргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В. М. Михайлов. — Иваново : А-Гриф, 2005. — 439 с.
11. Паспорт здоровья школьника [Электронный ресурс] / Википедия. — 21 ноября 2017. — Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Паспорт\\_здоровья\\_школьника](https://ru.wikipedia.org/wiki/Паспорт_здоровья_школьника).
12. Пат. 57675 Україна. МПК7 А61В5/00, А61В5/02, А61В5/0452, А61В5/0456. Спосіб експрес-діагностики функціонального стану і резервних можливостей організму та пристрій для його реалізації / Карленко В. П., Карленко Б. В., Карленко Н. В. — № 2002108583 ; заявл. 29.10.2002 ; опубл. 16.06.2005, Бюл. № 6.
13. Перхуров А. М. Очерки донозологической функциональной диагностики в спорте / А. М. Перхуров. — М. : РАСМИРБИ, 2006. — С. 5.
14. Платонов В. М. Система энергообеспечения мышечной деятельности / В. М. Платонов // Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение. — К. : Олимпийская литература, 2013. — С. 140–161.
15. Скулачев В. П. Законы биоэнергетики / В. П. Скулачев // СОЖ. — 1997. — № 1. — С. 9–14.
16. Соболев В. Функціонально-моторна асиметрія тіла людини у проявах спеціальних локомоцій, фізіогноміки та генетичної схильності серця до роботи в анаеробних та аеробних умовах з м'язової діяльності / В. Соболев, К. Макаренко, Ю. Соболев // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. — 2004. — № 1. — С. 111–118.
17. Соболев В. Л. Экспресс-диагностика генетической предрасположенности человека к мышечной работе в анаэробных и аэробных условиях по данным специальных упражнений и физиогномики / В. Л. Соболев // IX Міжнародний науковий конгрес «Олімпійський спорт і спорт для всіх» (Київ, 20–23 вересня 2005 р.) : тези доп. — К., 2005. — С. 725.
18. Соколова Н. И. Тестирование индивидуальной подготовки спортсменов высокой квалификации с использованием методики D&K-TEST / Н. И. Соколова, Н. В. Криволап, А. В. Вакула // Спортивна наука Донбасу : матеріали науково-практичної конференції «Актуальні проблеми науково-методичного і медико-біологічного забезпечення спортивної підготовки» (Донецьк, 27–28 листопада 2004 р.). — Донецьк, 2004. — С. 232–236.
19. Pat. US 6920348 B2. Method and apparatus for determining metabolic factors from an electrocardiogram / Vasin E., Gelfenbain A. — № US 10/364,647; decl. 31.01.2003 ; publ. 19.07.2005.
20. Stenger V. J. The physics of 'alternative medicine'. Bioenergetic fields / V. J. Stenger // The Scientific Review of Alternative Medicine (SRAM). — 1999. — Vol. 3, No. 1.

#### References.

1. Volkov, N. I., Nesen, E. N., Osipenko, A. A., & Korsun, S. N. (2000). Biokhimiya myshechnoi deyatel'nosti [Biochemistry of muscular activity]. Kyiv: Olimpiiskaya literatura (Olympic literature).
2. Karlenko, V., Karlenko, B., Karlenko, N., & Fokin, A. (2016). Bioenergeticheskii pasport sportsmena [Athlete's bioenergetic passport]. In Sport. Olimpizm. Zdorov'ye (Sport. Olympism. Health): materials of the International Scientific Congress (Chisinau, October 5–8, 2016) (pp. 518–524), 2.
3. Karlenko, V. P., Verkalets, A. V., Karlenko, N. V., Dekhtyarev, Yu. P., & Nesterov, V. N. (2008). Vliyanie bioelektricheskoi aktivnosti serdtsa na tekhniko-takticheskoe masterstvo v lyzhnykh gonkakh [Influence of the bioelectrical activity of the heart on technical and tactical skills in ski races]. In Lyudina, sport i zdorov'ya (Man, sport and health): materials of the II All-Ukrainian Congress of Sports Medicine and Physiotherapy Physicists of Ukraine dedicated to the 60th anniversary of the medical and athletic service of Ukraine (pp. 44–46). Kyiv.
4. Geneticheskii pasport cheloveka — znachenie i vypolnenie [Genetic passport of a person — meaning and fulfillment]. (2014, October 10). Retrieved April 15, 2018 from GlobalScience.ru, <http://globalscience.ru/article/read/25348/>.
5. Dushanin, S. A., Beregovoi, Yu. V., & Miguleva, V. G. (1984). Uskorennyye metody issledovaniya energeticheskogo

- metabolizma myshechnoi deyatel'nosti [Accelerated methods for studying the energy metabolism of muscle activity]: guidelines. Kyiv: Zdorov'ya (Health).
6. Karlenko, V. P., & Karlenko, N. V. (2003). Ispol'zovanie komp'yuternoї tekhnologi D&K-TEST v praktike podgotovki kvalifitsirovannykh sportsmenov [The use of computer technology D&K-TEST in the practice of training qualified athletes]. Moscow: Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut fizicheskoi kul'tury i sporta (All-Russian Scientific Research Institute of Physical Culture and Sports).
  7. Shinkaruk, O. A. (Ed.). (2009). Mediko-biologichne zabezpechennya pidgotovki sportsmeniv zbirnikh komand Ukraini z olimpiis'kikh vidiv sportu [Medical and biological support for the training of athletes of national teams of Ukraine in olympic sports]: teaching aid. Kyiv: Olimpiis'ka literatura (Olympic literature).
  8. Meditsinskii pasport [Medical passport]. (1988). Retrieved April 15, 2018 from Zdorov'e (Health), 2, <http://lechebnik.info/484/20.htm>.
  9. Meerson, F. Z. (1975). Adaptatsiya serdtsa k bol'shoi nagruzke i serdechnaya nedostatochnost' [Adaptation of the heart to a large load and heart failure]. Moscow: Nauka (Science).
  10. Mikhailov, V. M. (2005). Nagruzochnoe testirovanie pod kontrolem EKG: veloargometriya, tredmill-test, step-test, khod'ba [Load testing under ECG control: veloargometry, treadmill test, step-test, walking]. Ivanovo: A-Grif.
  11. Pasport zdorov'ya shkol'nika (2017, November 17). In Wikipedia: The free encyclopedia. Retrieved April 15, 2018 from: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Pasport\\_zdorov'ya\\_shkol'nika](https://ru.wikipedia.org/wiki/Pasport_zdorov'ya_shkol'nika).
  12. Karlenko, V. P., Karlenko, B. V., & Karlenko, N. V. (2005). Sposib ekspres-dagnostiki funktsional'nogo stanu i rezervnikh mozhливостей organizmu ta pristiі dlya iogo realizatsii [The method of express diagnostics of the functional state and reserve capabilities of the body and the device for its implementation]. Pat. 57675 Ukraine. MPK7 A61V5/00, A61V5/02, A61V5/0452, A61V5/0456. No. 2002108583; decl. 29.10.2002; publ. 16.06.2005, Bul. No. 6.
  13. Perkhurov, A. M. (2006). Ocherki donozologicheskoi funktsional'noi diagnostiki v sporte [Essays of prenosological functional diagnosis in sports]. Moscow: RASMARSD.
  14. Platonov, V. M. (2013). Sistema energoobespecheniya myshechnoi deyatel'nosti [System of energy supply of muscular activity]. In Periodizatsiya sportivnoi trenirovki. Obshchaya teoriya i ee prakticheskoe primeneniye (Periodization of sports training. General theory and its practical application) (pp. 140–161). Kyiv: Olimpiiskaya literatura (Olympic literature).
  15. Skulachev, V. P. (1997). Zakony bioenergetiki. Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal (Soros educational journal), 1, 9–14.
  16. Sobolev, V., Makarenko, K., Sobolev, Yu. (2004). Funktsional'no-motorna asimetriya tila lyudini u proyavakh spetsial'nikh lokomotsii, fiziognomiki ta genetichnoi skhil'nosti sertsya do roboti v anaerobnikh ta aerobnikh umovakh z m'yazovoi diyal'nosti [Functional and motor asymmetry of the human body in the manifestations of special locomotion, physiognomy and genetic predisposition of the heart to work in anaerobic and aerobic conditions with muscular activity]. Teoriya i metodika fizichnogo vikhovannya i sportu (Theory and methods of physical education and sports), 1, 111–118.
  17. Sobolev, V. L. (2005). Ekspres-dagnostika geneticheskoi predraspolozhennosti cheloveka k myshechnoi rabote v anaerobnykh i aerobnykh usloviyakh po dannym spetsial'nykh uprazhnenii i fiziognomiki [Express diagnostics of a person's genetic predisposition to muscular work in anaerobic and aerobic conditions according to special exercises and physiognomy]. In IX International Scientific Congress «Olympic Sport and Sport for All» (Kyiv, September 20–23, 2005): abstracts (p. 725). Kyiv.
  18. Sokolova, N. I., Krivolap, N. V., & Vakula, A. V. (2004). Testirovanie individual'noi podgotovki sportsmenov vysokoi kvalifikatsii s ispol'zovaniem metodiki D&K-TEST [Testing of individual training of high-qualified athletes using D&K-TEST]. In Sportivna nauka Donbasu (Sports Science of Donbass): materials of the scientific and practical conference «Actual problems of scientific and methodological and medical and biological support of sports training» (Donetsk, November 27–28, 2004) (pp. 232–236). Donetsk.
  19. Vasin, E., Gelfenbain, A. (2005). Pat. US 6920348 B2. Method and apparatus for determining metabolic factors from an electrocardiogram. No. US 10/364,647; decl. 31.01.2003 ; publ. 19.07.2005.
  20. Stenger, V. J. (1999). The physics of 'alternative medicine'. Bioenergetic fields. The Scientific Review of Alternative Medicine (SRAM), 3(1).

УДК 61:007:614.23:616-053.2:35.088.2  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8889>

## РОБОЧЕ МІСЦЕ ЛІКАРЯ-ПЕДІАТРА

**В. З. Стецюк, Т. П. Іванова<sup>1</sup>, І. П. Муха,  
Л. Ю. Бабінцева<sup>2</sup>, Н. В. Ольхович, Ю. М. Чиж**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

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

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

У статті описано комп'ютерний програмний комплекс автоматизованого ведення первинної облікової медичної документації «Медичний реєстратор», розроблений для оптимізації роботи лікаря-педіатра та медичної сестри педіатричної дільниці, яка веде облік документації.

**Ключові слова:** дитяча смертність, первинна облікова медична документація, статистична звітність, база даних, педіатрична дільниця, програмний комплекс, медичні картки.

## WORKPLACE OF A PEDIATRICIAN

**V. Z. Stetsyuk, T. P. Ivanova<sup>1</sup>, I. P. Muha,  
L. Yu. Babintseva<sup>2</sup>, N. V. Olhovych, Yu. M. Chyzh**

*National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»*

<sup>1</sup>*National Children's Hospital «OKHMATDYT»*

<sup>2</sup>*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

The article describes the computer software complex of automated maintenance of the primary medical accounting documentation «Medical Registrar», which was developed to optimize the work of a pediatrician and pediatric nurse, who keeps accounting documentation.

**Key words:** infant mortality, primary accounting medical documentation, statistical reporting, database, pediatric district, program complex, medical cards.

## РАБОЧЕЕ МЕСТО ВРАЧА-ПЕДИАТРА

**В. З. Стецюк, Т. П. Іванова<sup>1</sup>, І. П. Муха,  
Л. Ю. Бабінцева<sup>2</sup>, Н. В. Ольхович, Ю. М. Чиж**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

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

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

В статті описано комп'ютерний програмний комплекс автоматизованого ведення первинної облікової медичної документації «Медичний реєстратор», розроблений для оптимізації роботи лікаря-педіатра та медичної сестри педіатричного участку, який веде облік документації.

**Ключевые слова:** детская смертность, первичная учетная медицинская документация, статистическая отчетность, база данных, педиатрический участок, программный комплекс, медицинские карты.

**Вступ.** Відомо, що рівень дитячої та малюкової смертності в світі та Україні досить високий. Однією з причин такого високого рівня є недбалий догляд за немовлятами та дітьми віком до 6 років. Після вивчення проблематики дитячої смертності та аналізу можливих шляхів зменшення її рівня виникла ідея створення комп'ютерного програмного комплексу автоматизованого ведення первинної облікової медичної документації для:

- зниження рівня дитячої та малюкової смертності;
- раннього виявлення захворювань у дітей та своєчасного направлення їх на стаціонарне лікування;
- покращення якості надання медичної допомоги дітям в умовах стаціонару вдома;
- зниження показників захворюваності дітей 1-го року життя;
- максимального охоплення та якісного проведення профілактичних медичних оглядів дітей віком до 3 років.

**Мета роботи:** створення комп'ютерного програмного комплексу «Медичний реєстратор» для оптимізації роботи лікаря-педіатра та медичної сестри педіатричної дільниці.

Актуальність роботи полягає в розробці дієвого інструменту у вигляді комплексу прикладних комп'ютерних програм, що забезпечує оброблення первинної облікової медичної документації на дітей педіатричних дільниць дитячої поліклініки з метою покращення якості надання медичних послуг медичними працівниками та зниження рівня дитячої та малюкової смертності.

Предметом дослідження стала локальна база даних формату Paradox та основні компоненти архітектури BDE, а об'єктом дослідження — база даних електронної медичної документації дитячої поліклініки, способи оброблення документації та отриманої інформації, формування необхідної звітності (з використанням основних елементів архітектури BDE).

Одним із завдань роботи виявилось застосування бази даних первинної облікової документації на дітей педіатричних дільниць для отримання оперативної та періодичної статистичної звітності.

Дослідження спрямовано саме на створення комп'ютерного програмного комплексу, що взяв би на себе виконання певних функцій медичного документообігу, звітності та статистики: ведення медичних електронних карток дітей від народження до 16 років, контроль за міграцією дітей в межах міста, контроль за якістю і повнотою надання

медичних послуг педіатрами та медичними сестрами, контроль за дотриманням та виконанням медпрацівниками графіків обов'язкових медичних оглядів дітей віком до 3 років, формування електронної звітності та інше.

**Матеріали та методи дослідження.** Досліджувалась робота лікаря-педіатра, який оглядає пацієнтів і призначає лікування, проводить планові огляди, та медичної сестри, яка веде облік первинної медичної документації (відкриття нової картки новонародженої дитини, прийом та видача картки дитини, яка мігрує, тощо). Вивченню підлягав увесь процес від моменту звернення пацієнта до отримання кінцевих результатів дослідження, зокрема медичні карти, необхідні звіти та протоколи лікування, затверджені Міністерством охорони здоров'я (МОЗ) України [1–7].

Для розроблення представлених програмних продуктів використовували мову програмування Delphi та середовище програмування Embarcadero Delphi XE7 Builder. Для збереження даних розроблено відповідну базу даних, форматом якої обрано локальний формат Paradox, оскільки він є оптимальним форматом баз даних для невеликих проектів персонального використання, написаних на Delphi. Для реалізації доступу до бази даних було обрано 32-бітний двигунець BDE.

**Результати та їх обговорення.** Після ретельного аналізу роботи працівників педіатричної дільниці та аналізу медичних карток було розроблено програмний продукт, що оптимізує роботу персоналу.

Програмний комплекс «Медичний реєстратор» реалізує такі функції:

- облік дітей педіатричної дільниці дитячої поліклініки від народження до 16 років за основними медичними та соціальними показниками;
- посиljena допомога дільничним педіатрам при застосуванні ними протоколів лікування захворювань за діагнозами, визначеними МОЗ України (за показниками повноти та своєчасності обстеження та лікування в умовах стаціонару вдома);
- облік рівня надання медичних послуг дільничними педіатрами при лікуванні в умовах стаціонару вдома;
- контроль за своєчасністю направлень дітей на стаціонарне лікування та своєчасністю їх надходження до стаціонару;
- забезпечення дільничних лікарів та медсестер графіками обов'язкових профілактичних медичних оглядів дитини у віці до 3 років;

- контроль з боку адміністрації за дотриманням графіків обов'язкових профілактичних медичних оглядів дітей віком до 3 років та своєчасністю їх проведення;
- отримання оперативної інформації про стан захворюваності, своєчасність направлень на госпіталізацію, стан виконання дільничними лікарями та медсестрами графіків обов'язкових медичних оглядів дітей віком до 3 років;
- формування звітності за вказані періоди з можливістю перегляду та друку інформації за певними показниками.

Програмний комплекс складається з двох прикладних програм: «Реєстратор медичних карток» (для реєстрації педіатричної дільниці) та «Педіатрична дільниця» (для лікаря-педіатра).

Прикладна комп'ютерна програма «Реєстратор медичних карток» встановлюється на одному чи декількох комп'ютерах реєстрації дитячої поліклініки. Оператором даної програми є медична сестра, яка веде облік первинної медичної документації (відкриття нової картки новонародженої дитини, прийом та видача картки дитини, яка мігрує, тощо). Ця прикладна програма не передбачає отримання медичної чи статистичної звітності.

Важливо, що користувач програми може виконувати такі дії:

- перегляд електронних медичних карток;
- друк схеми диспансерного нагляду, обстеження та лікування дітей, яких взято на диспансерний облік;

- пошук медичної картки дитини за її ПІБ (контекстний пошук), дільницею (груповий пошук), номером картки (унікальний пошук);
- фільтрація карток групи дітей за вказаними вище критеріями, за входженням дати народження до вказаного періоду, датою лікування в умовах стаціонару вдома та його результатом, датою звернення на амбулаторне лікування;
- перегляд інформації про міграцію дітей та друк відповідної відомості;
- перегляд інформації про ПІБ дільничних педіатрів;
- робота з первинною медичною документацією на дітей педіатричних дільниць дитячої поліклініки;
- відкриття / створення, додавання нової педіатричної дільниці;
- підготовка до передачі інформації про направлення дітей на госпіталізацію за поточну добу;
- підготовка до передачі медичних карток дітей, які вибули до інших дитячих поліклінік міста;
- можливість друку таких відомостей:
  - інформація про дітей, які прибули на облік до даної дитячої поліклініки з інших дитячих поліклінік міста;
  - інформація про дітей, які вибули до інших дитячих поліклінік міста;
  - схема диспансерного нагляду, обстеження та лікування дітей, взятих на диспансерний облік.

Прикладна комп'ютерна програма «Педіатрична дільниця» (рис. 1) може бути встановлена на

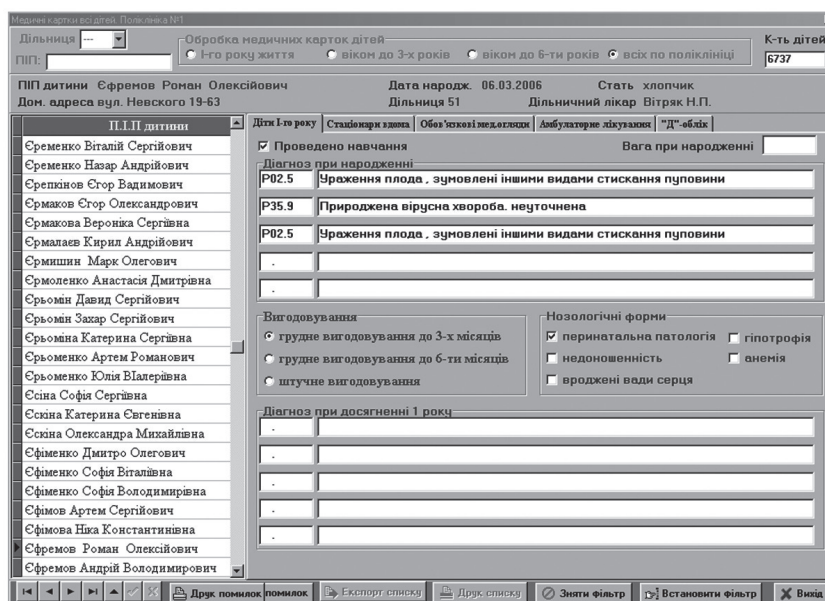


Рис. 1. Прикладна комп'ютерна програма «Педіатрична дільниця»

будь-якому комп'ютері дільничного педіатра дитячої поліклініки. Оператором програми є дільнична медична сестра або дільничний педіатр. Дана програма може бути також встановлена і на комп'ютері завідувача дитячою поліклінікою чи його секретаря з метою контролю за виконанням протоколів та рівнем якості надання медичних послуг дільничними педіатрами при лікуванні дітей в умовах стаціонару вдома, дотримання ними графіків обов'язкового профілактичного медичного огляду дітей віком до 3 років.

Програма «Педіатрична дільниця» передбачає отримання повної статистичної звітності по дитячій поліклініці, оперативної та періодичної звітності рівня якості та своєчасності надання медичних послуг дільничними педіатрами та дільничними медичними сестрами.

Користувач цієї програми може виконувати такі дії:

- відбір карток дітей за віковими критеріями: діти першого року життя, діти віком до 3 чи 6 років, всі діти, які знаходяться на обліку;
- контекстний пошук за ПІБ дитини;
- груповий пошук за номером дільниці (для зручності роботи дільничного педіатра будуть відібрані тільки картки дітей даної дільниці);
- фільтрація карток групи дітей за вказаними вище критеріями, а також за входженням дати народження до вказаного періоду, датою стаціонару вдома і його результату, тощо.
- фіксація проходження навчання вагітною жінкою, маси тіла дитини при народженні, стану здоров'я дитини, якій виповнився 1 рік, стану здоров'я новонародженої дитини, видів її вигодовування, нозологічних форм захворювань;
- заповнення в електронній медичній картці дати, діагнозу дитини при її лікуванні в умовах стаціонару вдома, відмітка виконання протоколу обстежень та лікування, визначення рівня якості її лікування в умовах стаціонару вдома;
- контроль за графіком проведення обов'язкових профілактичних медичних оглядів дітей віком до 3 років та відмітка чергового огляду;
- відмітка звернення до амбулаторного лікування до спеціаліста поліклініки із зазначенням встановленого діагнозу та періодичності подібних звернень;
- відмітка взяття на диспансерний облік із зазначенням встановленого діагнозу, друк схеми диспансерного нагляду, обстеження та лікування

дітей, взятих на диспансерний облік, відмітка зняття дітей з диспансерний обліку.

Для формування звітності користувач повинен вказати вікову категорію дітей, за інформацією з медичної документації яких буде формуватися звітність. Звіти формуються за поточну добу, місяць, квартал чи рік. Комплект необхідних звітів визначається залежно від дати, вказаної при формуванні звітності. Звіти формуються за первинною медичною документацією на дітей 1-го року життя, віком до 3 років, віком до 6 років. Кожній віковій групі відповідають різні необхідні відомості та форми звітності.

Набір потрібних для формування звітів даних можна комбінувати.

При перегляді більшості відомостей є можливість звернення до первинної облікової медичної документації на дітей, які потрапили до сформованого звіту, тобто більшість звітів є персоніфікованими. Сформовані звіти можна переглядати та виводити до друку як в табличній формі (кількісно-якісній), так і у вигляді діаграм.

**Висновки.** Представлений програмний комплекс спрямований на оптимізацію роботи педіатрів і персоналу педіатричної дільниці.

Результати проведеної апробації програмного комплексу вказують на високу ефективність його впровадження.

#### Література.

1. Міжнародна статистична класифікація хвороб та споріднених проблем охорони здоров'я / пер. з англ. ; ред. Н. В. Гармаш, В. М. Карпельюк. — 10-й перегляд. — Женева : Всесвітня організація охорони здоров'я, 1998. — Т. 1, Ч. 1. — 685 с.
2. Міжнародна статистична класифікація хвороб та споріднених проблем охорони здоров'я / пер. з англ. ; ред. Н. В. Гармаш, В. М. Карпельюк, В. М. Панасенко. — 10-й перегляд. — Женева : Всесвітня організація охорони здоров'я, 1998. — Т. 1, Ч. 2. — 710 с.
3. Про затвердження клінічних протоколів лікування дітей за спеціальністю «Педіатрія» : наказ МОЗ України від 10.01.2005 № 9 [Електронний ресурс] / Міністерство охорони здоров'я. — Режим доступу : [http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20050110\\_9.html](http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20050110_9.html).
4. Про затвердження клінічного протоколу медичного догляду за здоровою дитиною віком до 3 років : наказ МОЗ України від 20.03.2008 № 149 [Електронний ресурс] / Міністерство охорони здоров'я. — Режим доступу : [http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20080320\\_149.html](http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20080320_149.html).

5. Про затвердження Протоколу медичного догляду за здоровою новонародженою дитиною : наказ МОЗ України від 04.04.2005 № 152 [Електронний ресурс] / Нормативно-директивні документи МОЗ України. — Режим доступу : <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=3890>.
6. Про охорону дитинства : Закон України від 26.04.2001 № 2402-III [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2402-14>.
7. Про удосконалення амбулаторно-поліклінічної допомоги дітям в Україні : наказ МОЗ України від 29.11.2002 № 434 [Електронний ресурс] / Нормативно-директивні документи МОЗ України. — Режим доступу у: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2016>.
4. Pro zatverdzhennya klinichnogo protokolu medichnogo doglyadu za zdravoyu ditinoyu vikom do 3 rokiv [On the approval of the clinical protocol of medical care for a healthy child under 3 years of age]: decree of MH of Ukraine No. 149. (2008, March 20). Ministry of Health of Ukraine. Retrieved from: [http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20080320\\_149.html](http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20080320_149.html).
5. Pro zatverdzhennya Protokolu medichnogo doglyadu za zdravoyu novonarodzhenoyu ditinoyu [On the approval of the protocol for the medical care of a healthy newborn child]: decree of MH of Ukraine No. 152. (2005, April 4). Normative and directive documents of the Ministry of Health of Ukraine. Retrieved from: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=3890>.
6. Pro okhoronu ditinstva [On the protection of childhood]: The Law of Ukraine No. 2402-III. (2001, April 26). The Verkhovna Rada of Ukraine. Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2402-14>.
7. Pro udoskonalennya ambulatorno-poliklinichnoi dopomogi dityam v Ukraini [On the improvement of outpatient care for children in Ukraine]: decree of MH of Ukraine No. 434. (2002, November 29). Normative and directive documents of the Ministry of Health of Ukraine. Retrieved from: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=2016>.

#### References.

1. Mizhnarodna statistichna klasifikatsiya khvorob ta sporidnenikh problem okhoroni zdorov'ya [International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems]. (1998). 10th revision. Geneva: WHO. Vol. 1, Part 1.
2. Mizhnarodna statistichna klasifikatsiya khvorob ta sporidnenikh problem okhoroni zdorov'ya [International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems]. (1998). 10th revision. Geneva: WHO. Vol. 1, Part 2.
3. Pro zatverdzhennya klinichnikh protokoliv likuvannya ditei za spetsial'nisty «Pediatriya» [On the approval of clinical protocols for the treatment of children in the specialty «Pediatrics»]: decree of MH of Ukraine No. 9. (2005, January 10). Ministry of Health of Ukraine. Retrieved from: [http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn\\_20050110\\_9.html](http://old.moz.gov.ua/ua/portal/dn_20050110_9.html).

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ТЯЖКОСТІ ТА МОНІТОРИНГУ СТАНУ ДІТЕЙ З ЮВЕНІЛЬНИМ РЕВМАТОЇДНИМ АРТРИТОМ

О. П. Мінцер, Т. Ю. Дубініна

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

Систематизація релевантних даних кількісного моніторингу популяції дітей з рідкісними (орфанними) захворюваннями залишається складною проблемою. Для створення системи оцінки тяжкості патологічного стану та моніторингу відповіді на терапію обрана клінічна модель: діагностика та лікування дітей з ювенільним ревматоїдним артритом. Показано, що головним завданням в упорядкуванні та систематизації знань щодо орфанних захворювань є визначення сукупності критеріїв оцінки тяжкості та моніторингу стану, ідентифікації клінічної небезпеки та прогнозування виходів рідкісних захворювань. Застосування інформаційних технологій у вивченні орфанних захворювань може вже на перших етапах застосування допомогти в визначенні факторів ризику, а також у створенні алгоритмів прийняття рішень щодо вибору тактики лікування хворих. Створення системи моніторингу стану та прогнозування факторів ризику втрат здоров'я дитини потребує розробки методології створення та функціонування реєстрів та розробки технологій дистанційного контролю стану хворих. Клінічна модель (спостереження за дітьми з ювенільним ревматоїдним артритом), що обрана для відпрацювання логіки моніторингу стану, виявилася валідною та пертинентною.

**Ключові слова:** інформаційні технології, орфанні захворювання, ювенільний ревматоїдний артрит, критерії оцінки, ризику, моніторинг.

## INFORMATION TECHNOLOGIES FOR EVALUATION OF SEVERITY AND MONITORING OF CHILDREN'S STATE WITH JUVENILE RHEUMATOID ARTHRITIS

O. P. Mintser, T. Yu. Dubinina

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

Systematization of the relevant data of quantitative monitoring of the population of children with rare (orphan) diseases remains a difficult problem. When assessing the severity of the pathological condition and monitoring the response to therapy, the criteria and indices of activity of juvenile rheumatoid arthritis are introduced. Such tools are necessary for choosing therapeutic programs, forecasting the course of the disease, and assessing the risks to the patient. Determining the set of data elements for mathematical modeling tasks is the primary stage of this process.

**Key words:** information technology, rare diseases, juvenile rheumatoid arthritis, evaluation criteria, risks, monitoring.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЦЕНКИ ТЯЖЕСТИ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ С ЮВЕНИЛЬНЫМ РЕВМАТОИДНЫМ АРТРИТОМ

О. П. Минцер, Т. Ю. Дубинина

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

Систематизация релевантных данных количественного мониторинга популяции детей с редкими (орфанными) заболеваниями остается сложной проблемой. Для создания системы оценки тяжести патологического состояния и мониторинга ответа на терапию выбрана клиническая модель — диагностика и лечение детей с ювенільним ревматоїдним артритом. Показано, что главной задачей в составлении и систематизации знаний по орфанным заболеваниям является определение совокупности критериев оценки тяжести и мониторинга состояния, идентификации клинической опасности и прогнозирования исходов редких заболеваний. Применение информационных технологий в изучении орфанных заболеваний может уже на первых этапах применения помочь в определении факторов риска, а также в создании алгоритмов принятия решений по выбору тактики лечения больных. Создание системы мониторинга состояния и прогнозирования факторов риска потерь здоровья требует разработки методологии создания и функционирования регистров и разработки технологий дистанционного контроля состояния больных. Клиническая модель (наблюдение за детьми с ювенільним ревматоїдним артритом), выбранная для отработки логики мониторинга состояния, оказалась валідною и пертинентною.

**Ключевые слова:** информационные технологии, орфанные заболевания, ювенільний ревматоїдний артрит, критерии оценки, риски, мониторинг.

© О. П. Мінцер, Т. Ю. Дубініна

**Вступ.** Рідкісні захворювання виявляються у 6–8 %, або в 30 млн людей з 508 млн населення країн Європейського Союзу. Це приблизно дорівнює оцінній поширеності цукрового діабету в європейському регіоні, яка у 2013 році становила 6,8 % з 658,7 млн дорослих у віці 20–79 років. Така ситуація ілюструє парадокс раритету: кожне захворювання зустрічається рідко, але колективно рідкісні захворювання зачіпають багатьох людей. Для 80 % пацієнтів захворювання має очевидний вплив на тривалість життя, а у 35 % хвороба або її ускладнення призводять до смерті. Понад 65 % випадків рідкісних захворювань викликають інвалідність, яка впливає на повсякденне життя, у 9 % випадків автономія повністю втрачена. Глобальною проблемою громадського здоров'я ці захворювання є через багаторазову госпіталізацію пацієнтів протягом усього життя та їх тривалу діагностичну одиссею. За баченням ВООЗ сьогодні існує більше можливостей впливу на ситуацію завдяки сучасним знанням про геном людини [7].

**Постановка проблеми.** Складний епідеміологічний профіль рідкісних захворювань тільки підкреслює корисність системи моніторингу з метою вирішення глобальних задач. Зарубіжний досвід підтверджує наукову, організаційну та фінансову підтримку нових реєстрів і колекцій даних для ефективного планування допомоги пацієнтам з рідкісними захворюваннями, покращення стандартизації терапії та порівняння результатів діяльності [9, 10].

В Україні проблема захисту громадян, які страждають на рідкісні (орфанні) захворювання, набула загальнодержавного значення у 2014 році, відповідно до внесених зміни у Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я». На сьогодні формується система допомоги цим пацієнтам, створюються медичні центри, здійснюються наукові дослідження.

Загальноприйнятим є те, що для того, щоб займатися веденням пацієнтів з орфаними метаболічними захворюваннями, необхідно одночасно володіти знаннями в сфері педіатрії, неврології, медичної генетики, біохімії і молекулярної біології. Таким чином, справа ведення орфанних захворювань — це сфера відповідальності мультидисциплінарної команди, а в рамках сучасних уявлень — трансдисциплінарних висококваліфікованих фахівців, які сумісно приймають рішення по всьому спектру питань діагностики та лікування. Цей метод використовується в багатьох країнах, зокрема в Україні

(центр «Охматдит») та в Польщі (де функціонує кілька подібних центрів і була впроваджена програма розширеного неонатального скринінгу орфанних метаболічних захворювань).

Доступ до інформації про рідкісні захворювання та створення центрів експертизи є ключовим елементом рекомендацій Ради Європи та основою для національних планів і стратегій у сфері рідкісних захворювань. Мережа таких центрів у Європейському Союзі сьогодні забезпечує відповідну своєчасну діагностику і високу якість лікування пацієнтів, отримання деталізованих клінічних даних та надає доступ до сучасних знань про рідкісні хвороби [9]. Визначення набору елементів для експертних систем є актуальною темою наукових досліджень у Європі та США. Застосування релевантних даних, які загальновизнані для контексту як клінічних досліджень, так і вторинного використання, в кінцевому підсумку сприятиме семантичній сумісності між системами [6, 11].

Беручи до уваги досить велику кількість орфанних захворювань, їхні епідеміологічні особливості (невисока зустрічальність, невиразна клініка на ранніх етапах розвитку, тощо), в теперішній час вкрай важливими стають питання ранньої їх діагностики та набувають критичності маніфестаційні ознаки погіршення стану (ідентифікація небезпеки).

Рання і точна діагностика рідкісного захворювання має вирішальне значення. Нинішня ситуація з ідентифікацією конкретної рідкісної хвороби не оптимістична. Статистичні дані показують, що час від появи клінічних симптомів до встановлення правильного діагнозу становить 5–30 років у середньому [1]. Це значною мірою обумовлено відсутністю у лікарів наукових знань стосовно рідкісних хвороб. Більше того, рідкісні захворювання іноді замасковуються безліччю інших умов, що може призвести до встановлення неправильного діагнозу або високоризикових затримок точного діагностування. Отже, неправильний або пізній діагноз може призвести до численних медичних консультацій, неточностей лікування, неадекватної поведінки та недостатньої підтримки членів сім'ї хворого та навіть народження з тією ж самою хворобою інших дітей в одній сім'ї.

Підкреслимо, що будівництво мереж діагностики та лікування, підготовка лікарів у відповідних сферах та відповідна перевірка рідкісних захворювань у великій популяції, особливо у дітей, допоможе лише в певній мірі ранньому та

всебічному виявленню пацієнтів з рідкісними захворюваннями.

Необхідні принципово нові підходи до виявлення та корекції станів хворих. Зокрема слід виявити спеціальні маркери, що можуть дозволити передбачити появу захворювання. Важливою є також кількісна оцінка клінічних показників з позицій як діагностичної, так і прогностичної значимості. В теперішній час виділяють кілька груп таких клінічних проявів, які, безумовно, повинні настоювати лікаря, тим більше якщо вони поєднуються один з одним. Насамперед, це можуть бути специфічні зміни зовнішності, клінічні ситуації, в яких дитина поволі втрачає раніше набуті нею навички, тобто демонструє очевидний регрес в психоневрологічному розвитку. Дуже часто відзначаються рецидивуючі респіраторні інфекції, зниження антропометричних показників у порівнянні з віковою нормою, затримка моторного та психомовного розвитку, кісткові деформації та ін. Вкрай важливим є так зване каскадне тестування, що включає визначення ризиків у родичів, зокрема факторів генетичного стану.

Водночас, рідкість і недостатньо зрозуміла етіологія захворювання іноді може призвести до неправильних уявлень про те, що впливає на пацієнтів на різних стадіях захворювання. Таким чином, клінічна інформація про захворювання може бути оманливою.

Вкрай важливою слід вважати оцінку динаміки показників стану хворих, як з погляду на уточнення діагностики, так і вирішення прогностичних характеристик. Існуючі підходи, особливо в плані оцінки поліпшення стану хворих, слід вважати надто дискусійними [2, 8]. Проблема стосується фактів самооцінки, пов'язана з наявністю ситуацій, коли хворі на рідку хворобу не можуть адаптуватися до знецінення [3].

Мета роботи: визначення умов кількісного моніторингу стану дітей з ювенільним ревматоїдним артритом в умовах дистанційного контролю.

Результати та їх обговорення. Рекомендації Ради Європи від 8 червня 2009 року (2009/C151/02) стосовно дій в сфері рідкісних захворювань чітко визначають, що рідкісні захворювання є загрозою для здоров'я громадян Європейського Союзу, оскільки вони небезпечні для життя або хронічно виснажливі [10].

Як модель кількісного рішення проблем діагностики та моніторингу обраний ювенільний ревматоїдний артрит (хвороба Стилла). Відповідно до

наказу Міністерства охорони здоров'я України від 27.10.2014 № 778 ювенільний ревматоїдний артрит (M08.0) внесено до переліку рідкісних (орфанних) захворювань. Створення системи прийняття рішення у сфері допомоги дітям з ювенільним ревматоїдним артритом може значно мінімізувати існуючі ризики захворювання та адаптувати доказові стандарти для персоналізованої терапії. Важливим моментом цього процесу є вибір сукупності критеріїв, на основі яких надалі буде оцінене та прийняте рішення [1].

За офіційними статистичними даними Міністерства охорони здоров'я України поширеність ювенільного ревматоїдного артриту у 2017 році становила 0,31 на 1000 дітей віком до 18 років (абсолютні дані — 2336 дітей). Популяція дітей з ювенільним ревматоїдним артритом має різні категорії тяжкості перебігу захворювання. Окремі форми захворювання потребують специфічних дозованих режимів призначення медикаментів. При оцінці тяжкості патологічного стану пацієнта та моніторингу відповіді на терапію використовують критерії та індекси активності захворювання [4, 5]. Отримана інформація зазвичай вноситься до спеціалізованих баз даних та реєстрів. Європейський Союз визнає актуальність реєстрів, як ключових інструментів для проведення клінічних досліджень з вивчення рідкісних захворювань. Знеособлені дані з реєстрів використовуються спеціалістами, науковцями та управлінцями для вдосконалення планування допомоги пацієнтам, покращення стандартизації терапії та порівняння результатів діяльності [9, 10]. Персоніфіковані дані і генетична складова, обсяги медичних втручань, результати терапії, а також соціальні фактори мають величезний вплив і значення для оцінювання ризиків та прогнозу перебігу захворювання. Передусім це стосується тяжких рідкісних захворювань, що призводять до втрати здоров'я вже у дитячому віці. Оцінка тяжкості патологічного стану при рідкісному захворюванні потребує впровадження чітких критеріїв та постійного моніторингу здоров'я кожного пацієнта від моменту встановлення діагнозу та до отримання стійкого результату лікування. Саме за таких умов можливо створити відповідну систему прийняття рішення, що мінімізує існуючі ризики та дозволяє адаптувати доказові стандартні плани терапії.

Базовою основою цього процесу має стати сукупність медичних та економічних оцінок отриманих величин ризику, порівняльна характеристика

можливих збитків для здоров'я, а також витрат на реалізацію діагностичних та терапевтичних програм. Розробка сучасних електронних експертних систем, комп'ютерного і математичного прогнозування перебігу хвороби, а також інструментів розрахунку факторів ризику може забезпечити основу для застосування інформаційних технологій моделювання у популяції дітей з ювенільним ревматоїдним артритом.

Запропоновано для задач моніторингу використовувати дві складові: персоналізований кількісний моніторинг стану дитини та інструменти підтримки прийняття рішень.

Перший процес забезпечує індивідуальну онтологію пацієнта, що містить виключно клінічну інформацію, яка є актуальною для фахівців охорони здоров'я та управління цим пацієнтом. Другий — використовує сукупність критеріїв для оцінки тяжкості стану популяції пацієнтів з ювенільним ревматоїдним артритом та здійснення на їх основі математичного прогнозування ризиків захворювання.

#### Висновки.

1. Головним завданням в упорядкуванні та систематизації знань щодо орфанних захворювань є визначення сукупності критеріїв оцінювання тяжкості та моніторингу стану, ідентифікації клінічної небезпеки та прогнозування виходів рідкісних захворювань.
2. Застосування інформаційних технологій у вивченні орфанних захворювань може вже на перших етапах застосування допомогти в визначенні факторів ризику, а також у створенні алгоритмів прийняття рішень щодо вибору тактики лікування хворих.
3. Створення системи моніторингу стану та прогнозування факторів ризику втрати здоров'я дитини потребує розробки методології створення та функціонування реєстрів та розробки технологій дистанційного контролю стану хворих.
4. Клінічна модель (спостереження за дітьми з ювенільним ревматоїдним артритом), що обрана для відпрацювання логіки моніторингу стану, виявилася валідною та пертинентною.

#### Література.

1. Мінцер О. П. Прийняття медичних рішень в умовах ризиків виникнення інформаційної та технологічної сингулярності / О. П. Мінцер, М. В. Банчук, Н. В. Харик // Системи підтримки прийняття рішень. — 2013. — Теорія і практика. — С. 100–103.
2. A community-engaged approach to quantifying caregiver preferences for the benefits and risks of emerging therapies for Duchenne muscular dystrophy / H. L. Peay, I. Hollin, R. Fischer, J. F. Bridges // Clin. Ther. — 2014. — Vol. 36, No. 5. — P. 624–637.
3. Albrecht G. L. The disability paradox: high quality of life against all odds / G. L. Albrecht, P. J. Devlieger // Soc. Sci. Med. — 1999. — Vol. 48, No. 8. — P. 977–988.
4. American College of Rheumatology 2008 recommendations for the use of nonbiologic and biologic disease modifying antirheumatic drugs in rheumatoid arthritis / K. G. Saag, G. G. Teng, N. M. Patkar [et al.] // Arthritis Rheum. — 2008. — Vol. 59, No. 6. — P. 762–784.
5. Coulson E. J. What does an adult rheumatologist need to know about juvenile idiopathic arthritis? / E. J. Coulson, H. J. M. Hanson, H. E. Foster // Rheumatology. — 2014. — Vol. 53, No. 12. — P. 2155–2166.
6. Harmonization of detailed clinical models with clinical study data standard / G. Jiang, J. Evans, T. A. Oniki [et al.] // Methods Inf. Med. — 2015. — Vol. 54, No. 1. — P. 65–74.
7. Henrard S. Negotiating prices of drugs for rare diseases / S. Henrard, F. Aricx // Bull. World Health Organ. — 2016. — Vol. 94, No. 10. — P. 779–781.
8. Quantifying benefit-risk preferences for new medicines in rare disease patients and caregivers / T. Morèl, S. Aymé, D. Cassiman [et al.] // Orphanet J. Rare Dis. — 2016. — Vol. 11, No. 1. — P. 70.
9. Rodwell C. Rare disease policies to improve care for patients in Europe / C. Rodwell, S. Aymé // Biochim. Biophys. Acta. — 2015. — Vol. 1852, No. 10. — P. 2329–2335.
10. The case for a global rare-diseases registry / C. B. Forrest, R. J. Bartek, Y. Rubinstein, S. C. Groft // The Lancet. — 2011. — Vol. 377, No. 9771. — P. 1057–1059.
11. The EPIRARE proposal of a set of indicators and common data elements for the European platform for rare disease registration / D. Taruscio, E. Mollo, S. Gainotti [et al.] // Arch. Public Health. — 2014. — Vol. 72, No. 1. — P. 35.

### References.

1. Mintser, O. P., Banchuk, M. V., & Kharik, N. V. (2013). Priinyattya medichnikh rishen' v umovakh rizikiv viniknennya informatsiinoi ta tekhnologichnoi singulyarnosti [Medical decision making in the face of the risk of information and technological singularity]. *Sistemi pidtrimki priinyattya rishen'*. Teoriya i praktika (Decision Support Systems. Theory and Practice), 100–103.
2. Peay, H. L., Hollin, I., Fischer, R., & Bridges, J. F. (2014). A community-engaged approach to quantifying caregiver preferences for the benefits and risks of emerging therapies for Duchenne muscular dystrophy. *Clin. Ther.*, 36(5), 624–637. doi: 10.1016/j.clinthera.2014.04.011.
3. Albrecht, G. L., & Devlieger, P. J. (1999). The disability paradox: high quality of life against all odds. *Soc. Sci. Med.*, 48(8), 977–988.
4. Saag, K. G., Teng, G. G., Patkar, N. M., Anuntiyo, J., Finney, C., Curtis, J. R., Paulus, H. E., ... Furst, D. E. (2008). American College of Rheumatology 2008 recommendations for the use of nonbiologic and biologic disease modifying antirheumatic drugs in rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum.*, 59(6), 762–784. doi: 10.1002/art.23721.
5. Coulson, E. J., Hanson, H. J. M., & Foster, H. E. (2014). What does an adult rheumatologist need to know about juvenile idiopathic arthritis? *Rheumatology*, 53(12), 2155–2166. doi: 10.1093/rheumatology/keu257.
6. Jiang, G., Evans, J., Oniki, T. A., Coyle, J. F., Bain, L., Huff, S. M., Kush, R. D., & Chute, C. G. (2015). Harmonization of detailed clinical models with clinical study data standard. *Methods Inf. Med.*, 54(1), 65–74. doi: 10.3414/ME13-02-0019.
7. Henrard S., & Arickx F. (2016). Negotiating prices of drugs for rare diseases. *Bull. World Health Organ.*, 94(10), 779–781. doi: 10.2471/BLT.15.163519.
8. Morèl, T., Aymé, S., Cassiman, D., Simoens, S., Morgan, M., & Vandebroek, M. (2016). Quantifying benefit-risk preferences for new medicines in rare disease patients and caregivers. *Orphanet J. Rare Dis.*, 11(1), 70. doi: 10.1186/s13023-016-0444-9.
9. Rodwell, C., & Aymé, S. (2015). Rare disease policies to improve care for patients in Europe. *Biochim. Biophys. Acta.*, 1852(10), 2329–2335. doi: 10.1016/j.bbadis.2015.02.008.
10. Forrest, C. B., Bartek, R. J., Rubinstein, Y., & Groft, S. C. (2011). The case for a global rare-diseases registry. *The Lancet*, 377(9771), 1057–1059. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60680-0.
11. Taruscio, D., Mollo, E., Gainotti, S., Posada de la Paz, M., Bianchi, F., & Vittozzi, L. (2014). The EPIRARE proposal of a set of indicators and common data elements for the European platform for rare disease registration. *Arch. Public Health*, 72(1), 35. doi: 10.1186/2049-3258-72-35.

УДК 61:002.6:378.147

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8891>

## ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНТЕРАКТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

О. П. Мінцер, В. В. Приходнюк<sup>1</sup>, О. Є. Стрижак<sup>1</sup>, О. М. Шевцова

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

*<sup>1</sup>Інститут телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України*

Досліджено теоретичні узагальнення та можливості практичного використання онтології знань в охороні здоров'я, зокрема в діагностиці та виборі методу лікування при захворюваннях шлунково-кишкового тракту в дітей. Показано, що наслідком існування гомоморфізму між первинною структурою тексту та структурою інформації, що з нього виділяється, є можливість побудови спеціалізованої структури, призначеної для роботи не з об'єктами онтології, а лексемами первинної структури. Побудований на її основі інтерактивний документ  $\langle T_{sn}, NS' \rangle$  може використовуватися для формування довільної мережевої інформаційної системи в предметній площині.

**Ключові слова:** міждисциплінарність, трансдисциплінарність, інтерфейси використання знань, політематичні інформаційні джерела, інтерактивні документи, предметні знання, онтологія знань.

## TRANSDISCIPLINARY REPORTING OF INFORMATION WITH INTERACTIVE DOCUMENTS

O. P. Mintser, V. V. Prykhodnyuk<sup>1</sup>, O. Ye. Stryzhak<sup>1</sup>, O. M. Shevtsova

*Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education*

*<sup>1</sup>Institute of Telecommunications and Global Information Space of NAS of Ukraine*

Theoretical generalizations and possibilities of practical use of ontology of knowledge in public health, in particular in diagnosis and choice of a method of treatment for diseases of the gastrointestinal tract in children, are investigated. It is shown that the consequence of the existence of a homomorphism between the primary structure of the text and the structure of information from it highlights the possibility of constructing a specialized structure designed to work not with ontology objects but with lexemes of the primary structure. The interactive document  $\langle T_{sn}, NS' \rangle$  built on its basis can be used to form an arbitrary network information system in the object plane.

**Key words:** interdisciplinarity, transdisciplinarity, interfaces for the use of knowledge, polytematic information sources, interactive documents, subject knowledge, knowledge ontology.

## ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕРАКТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

О. П. Минцер, В. В. Приходнюк<sup>1</sup>, А. Е. Стрижак<sup>1</sup>, Е. Н. Шевцова

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

*<sup>1</sup>Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства  
НАН Украины*

Исследованы теоретические обобщения и возможности практического использования онтологии знаний в здравоохранении, в частности в диагностике и выборе метода лечения при заболеваниях желудочно-кишечного тракта у детей. Показано, что следствием существования гомоморфизма между первичной структурой текста и структурой информации из него выделяется возможность построения специализированной структуры, предназначенной для работы не с объектами онтологии, а лексемами первичной структуры. Построенный на ее основе интерактивный документ  $\langle T_{sn}, NS' \rangle$  может использоваться для формирования произвольной сетевой информационной системы в предметной плоскости.

**Ключевые слова:** междисциплинарность, трансдисциплинарность, интерфейсы использования знаний, политематические информационные источники, интерактивные документы, предметные знания, онтология знаний.

© О. П. Мінцер, В. В. Приходнюк, О. Є. Стрижак, О. М. Шевцова

**Вступ.** Основною метою використання предметних знань, особливо медичних, є трансфер інформації, а також доказ її істинності. Важливим стає наявність малих термінів загально наукових слів, абстрактної лексики. При цьому судження мають вигляд конкретних висловлювань і тверджень, визначають набори дій, що можуть бути застосовані в процесі вирішення конкретних предметно-тематичних завдань. Трансдисциплінарності дослідження, захоплюючи зони прикордонних (демаркаційних) ареалів наукових дисциплін інтегрують сутнісні основи останніх, утворюючи так звані кластери конвергенції, в яких відбувається потужна синергетична взаємодія за рахунок взаємопроникнення парадигм і конкретних поточних результатів кожної з дисциплін, що входять у той чи інший кластер. Саме такі завдання існують, наприклад, у діагностиці та виборі методу лікування захворювань шлунково-кишкового тракту в дітей [4].

Виділення набору дій на основі системи знань, описаної і представленої в клінічних настановах, можливо на основі застосування до її природномовного тексту процедури структуризації. Для цього реалізуються процедури перетворення книжкового та статейного тексту, представивши його не в звичному вигляді послідовного і за стилем узгодженого викладу інформації, а відобразивши його в сукупності конкретних висловлювань і тверджень. Конкретні предметні висловлювання / твердження, що мають тематичну спрямованість, можуть формувати пасивну базу знань, яка складається з контекстів тематики взаємодії.

**Мета роботи:** теоретично обґрунтувати інтерфейси використання знань при вивченні міждисциплінарних патологічних станів.

**Результати та їх обговорення.** Застосування міждисциплінарних та трансдисциплінарних процедур орієнтоване на вирішення таких завдань [8, 9]:

- забезпечення можливості оперативної організації доступу до інформаційних джерел формування знань, що стосуються політематичних описів предметних областей (ПрО) або об'єднаних схожими інтересами сфер діяльності;
- підтримка взаємодії всіх учасників процесу в рамках упорядкованих множин ПрО з можливістю їх розширення;
- забезпечення можливості розширення списку джерел і споживачів різномірних політематичних інформаційних джерел формування знань в рамках певної ПрО або сфери інтересів;

- обмеження доступу до інформаційних ресурсів рамками конкретної ПрО або сфери інтересів у зв'язку з можливістю вирішення попередньої задачі;
- забезпечення можливості для кожного суб'єкта використання інформаційних ресурсів кількох ПрО,
- забезпечення можливості оперативного пошуку джерела необхідних інформаційних ресурсів, що стосується контекстів ПрО.

Отже, головними принципами використання категорії трансдисциплінарності у процесі інтеграції інформаційних ресурсів є :

- множинна упорядкованість інформаційного середовища;
- орієнтація на використання властивостей об'єктів ПрО в процесі розв'язання складних політематичних прикладних задач;
- забезпечення можливості використання суперечливої інформації;
- орієнтація на використання контекстів інформаційних ресурсів;
- забезпечення виявлення новітніх властивостей у систем, які отримані на основі інтеграції їх складників;
- формування, за рахунок множинної упорядкованості, ієрархій контекстів тематики взаємодії.

Для забезпечення трансдисциплінарності представлення всієї сукупності документів використовують онтологічні моделі.

Трансдисциплінарне представлення множин онтологій базується на перетворенні між двома гіпермножинами:

$$f^{ct} : R \rightarrow F \quad (1)$$

де  $R, F$  — множини зв'язків і функцій інтерпретації певної онтології  $O$ .

Для множини онтологій можна побудувати гіпермножини:

$$\mathfrak{R} = \bigcup_i R_i, F = \bigcup_i F_i \quad (2)$$

де  $i$  — індекс, що визначає певну онтологію  $O_i = \langle X_i, R_i, F_i \rangle$ .

На цих гіпермножинах можна побудувати зворотне до  $f^{ct}$  перетворення:

$$f^{tt} : F \rightarrow \mathfrak{R} \quad (3)$$

Тобто певний зв'язок між об'єктами різних за тематикою онтологій може бути представлений

непустою множиною інтерпретуючих функцій з даних онтологій.

Дане перетворення можна розширити і на множину неструктурованих текстів, застосувавши до кожного з текстів оператор редукації (4), що є комбінацією чотирьох операторів, при цьому три з операторів виконують кроки перетворення, а один виконує допоміжну функцію.

$$F_{rd} = F_{l*} \circ F_x \circ F_{smr} \circ F_{ct} \quad (4)$$

де  $F_{l*}$  — оператор агрегації, що виконує допоміжну функцію, перетворюючи множину лексем  $L$  в множину конструктів  $L^*$ .

Конструкти є особливою формою лексем і об'єднують в собі послідовності слів або символів, зокрема словосполучення. Особливістю конструктів є те, що з погляду на подальшу обробку вони можуть розглядатись як лексеми. Отже, множина  $L \cup L^*$  може використовуватись у тих самих випадках.

Розглянемо процедуру трансдисциплінарного представлення певної множини онтологій засобами інтерактивних документів. Дане представлення базується на функції (5).

З урахуванням даних особливостей функція контекстної зв'язки матиме вигляд:

$$Q_c(x) = \bigcup_{l \in L_x} Q_S(Q_I(C), l) \quad (5)$$

де  $C$  — множина документів, що представляє інформаційне середовище, в рамках якого здійснюється зв'язка;

$x$  — об'єкт, з яким здійснюється зв'язка;

$L_x$  — текстове представлення контексту.

$l$  — певна лексема.

Основним недоліком функції (5) є те, що в її результаті формується невпорядкована множина документів, яка може бути достатньо великою за розміром і тому незручною для оброблення експертом. Вирішити цю проблему можна двома способами:

Задати на множині результатів відношення порядку, яким може виступити відношення релевантності:

$$T_1 R_{rel} T_2 \Rightarrow card(L_{T_1} \cap L_x) > card(L_{T_2} \cap L_x) \quad (6)$$

де  $L_{T_1}, L_{T_2}$  — текстові представлення документів  $T_1, T_2$ ;

$L_x$  — контекст об'єкту  $x$ , з яким була здійснена контекстна зв'язка.

Виключити з результату документи, які мають недостатню релевантність, що можна зробити

застосуванням в функції (5) операції перетину замість операції об'єднання.

Для його здійснення необхідно виконати трансдисциплінарне перетворення за допомогою функції:

$$Q_{\Pi}(C) = \bigcup_{x \in X_C} \{Q_C(x)\} \quad (7)$$

де  $C$  — множина онтологій;

$X_C$  — множина об'єктів, що належать об'єднанню онтологій  $\bigcup_{O \in C} O$ .

Застосування функції  $Q_C(x)$  формує множину об'єктів з різних онтологій, що представляє певне гіпервідношення між відповідними об'єктами. За допомогою сформованих таким чином гіпервідношень можна побудувати трансдисциплінарне представлення  $O$  множини онтологій  $C = \{< X_i, R_i, F_i >\}$ :

$$C \xrightarrow{Q_{\Pi}} < \bigcup_i X_i, \bigcup_i R_i \cup Q_{\Pi}(C), \bigcup_i F_i > \quad (8)$$

Перетворення (8) задає найбільш повне представлення наявної в  $C$  інформації, що не завжди зручно. Часто необхідно виконати представлення одної вибраної онтології  $O$ . В такому випадку необхідно змінити:

$$Q_{TO}(O, C) = \bigcup_{x \in X_O} \{Q_C(x)\} \quad (9)$$

де  $C$  — множина онтологій;

$X_O$  — множина об'єктів, що належать онтології  $O$ .

Для побудови систем, що використовують трансдисциплінарне представлення інформації, важливими є такі твердження.

**Твердження 1.** На основі однієї онтології  $O$ , що належить множині документів  $C$ , можна сформулювати довільну кількість  $HC$ .

**Твердження 2.** Комбінація незалежних натуральних систем  $SN_i$ , що приймають на вхід один і той самий набір «дій», є натуральною системою.

Усі трансдисциплінарні перетворення — композиція операторів. Кожен з них виконує один крок перетворення. Повний цикл даного перетворення структурує частину інформації, що міститься у вхідному тексті, після чого перетворення рекурсивне викликається заново, доки не буде виділена вся інформація. Однак кожна зі складових оператора редукації також може бути розбита на складові.

В загальному випадку оператор виконання перетворення  $F$  задається базою правил  $G_R$  виконання

даного перетворення. Правило  $g \in G_R$  має уніфіковану для всіх етапів структуру:

$$g = \langle f_{ap}^g, f_{ir}^g \rangle \quad (10)$$

де  $f_{ap}^g$  — функція застосовності, що визначає, чи може правило бути застосоване до певного набору вхідної інформації;

$f_{ir}^g$  — функція перетворення, що задає перетворення вхідної інформації.

Задане правилом  $g$  перетворення  $F_g : X \rightarrow Y$  має вигляд:

$$F_g(x) = \begin{cases} f_{ir}^g(x), f_{ap}^g(x) \\ x, \neg f_{ap}^g(x) \end{cases} \quad (11)$$

Кожна функція застосовності являє собою  $\lambda$ -терм виду [1, 2, 5]:

$$f_{ap} = (\lambda x_1, x_2 \dots x_{n_g} . t_{ap}(x)) a_1, a_2 \dots a_{n_g} = \\ = t_{ap}(a_1, a_2 \dots a_{n_g}) \quad (12)$$

де запис  $\lambda x$  вказує, що дана конструкція являється  $\lambda$ -термом;

$x_i$  — змінна, що приймає значення на множині  $L \cup L^*$ ;

$a_i$  — аргумент функції, що задає значення  $x_i$ ;

$n_g$  — кількість аргументів, що повинні бути подані на вхід функції перетворення;

$t_{ap}$  — умова застосовності, вираз, що містить  $n_g$  змінних.

В загальному випадку умова застосовності  $t_{ap}$  в загальному випадку означає існування гомеоморфізму між орієнтованим графом, утвореним вхідною послідовністю лексем (а також синтаксичними зв'язками між ними), і певним еталонним орієнтованим графом  $G_{ap}$ , що являє собою вибраний користувачем підграф первинного представлення  $T_{sn}^e$  певного тексту. Як  $T_{sn}^e$  може виступати первинне представлення як поточного тексту  $T_{sn}$ , так і будь-якого іншого тексту (наприклад, тезауруса **ПДО**). Умова має структуру (13) і складається з *предикатів ідентифікації* [3, 6, 7]. Такі предикати дозволяють ідентифікувати контексти певної лексеми і на основі цього робити висновок про необхідність або відсутність необхідності виконання перетворення. Кожен з предикатів задає певну умову, й умовою застосовності правила є виконання всіх умов, заданих кожним із предикатів. Кількість предикатів у виразі задає число  $n_g$ .

$$t_{ap} = c_{p_1}(x_1) \& \dots c_{p_n}(x_{n_g}) \& r_{k_{11}}(x_1, x_1) \& \dots \\ \dots r_{k_{n_g n_g}}(x_{n_g}, x_{n_g}) \quad (13)$$

Одномісні предикати, присутні в виразі, — це предикати ідентифікації лексем. Такий предикат задає умову, якій повинна відповідати певна лексема (або конструкт) з вхідної множини. Предикат має структуру (14):

$$c_p(l) = \begin{cases} 1, p = 0 \vee p = l^T \vee p \in P_l \\ 0, p \neq 0 \wedge p \neq l^T \wedge p \notin P_l \end{cases} \quad (14)$$

Робота такого предикату залежить від *шаблонного параметра*  $p$ . Залежно від типу даного параметра предикат може бути:

1. Стандартним предикатом ідентифікації. В такого предиката  $p$  — це морфологічна характеристика лексеми. Такий предикат визначає, чи має вхідна лексема задану характеристику ( $p \in P_l$ ).
2. Предикатом ідентифікації ключових слів. В таких предикатів  $p$  — це текстове представлення необхідної лексеми, і це значення порівнюється зі значенням вхідної ( $p = l^T$ ). Даний предикат завжди має значення 0 для конструктів.
3. Нульовим предикатом ( $p=0$ ). Такий предикат завжди має значення 1, незалежно від поданої на вхід лексеми.

Двомісний предикат — це предикат ідентифікації зв'язків. Такий предикат визначає, чи міститься між двома заданими лексемами зв'язок заданого типу. Предикат має вигляд (15):

$$r_k(l_1, l_2) = \begin{cases} 1, k = 0 \vee \langle l_1, l_2, k \rangle \in R_{sn} \\ 0, k \neq 0 \wedge \langle l_1, l_2, k \rangle \notin R_{sn} \end{cases} \quad (15)$$

Як і предикат ідентифікації лексем, даний предикат має нульову модифікацію, яка має значення незалежно від вхідних даних. При цьому для коректного використання умови (13) повинна виконуватись задана структурою лексичного аналізатора умова:

$$k_{ij} = 0, i=j \quad (16)$$

База правил задає перетворення  $F$ , що має вигляд:

$$F_G(L) = \bigcup_{\tilde{L} \in P(L)} \bigcup_{g \in G} F_g^*(\tilde{L}) \quad (17)$$

де  $P(L)$  — множина всіх підмножин  $L$ ;

$F_g^*$  — модифікована функція (11), доповнена додатковими умовами.

Додаткових умов накладається дві.

Умова порядку означає, що всі елементи вхідної підмножини повинні бути лінійно впорядковані певним відношенням строгого порядку  $\mathbf{G}$ , і має вигляд:

$$f_{ord}(x) = \begin{cases} 1, \forall x_1, x_2 \in x, x_1 \prec x_2 \vee x_2 \prec x_1 \\ 0, \exists x_1, x_2 \in x, x_1 \in x_2 \wedge x_2 \in x_1 \end{cases} \quad (18)$$

Відношення порядку, що можуть використовуватись як  $\mathbf{G}$ :

1. відношення слідування  $\prec$
2. транзитивне замикання відношення  $\mathbf{R}$
3. транзитивне замикання відношення, заданого зв'язками  $\mathbf{R}_{sem}$

Умова узгодженості  $f_{ap+}^g$  визначає, чи є даний елемент  $\tilde{L} \in P(L)$  придатним для обробки правилом  $\mathbf{g}$ :

$$f_{ap+}^g(x) = \begin{cases} 1, card(x) = n_g \\ 0, card(x) \neq n_g \end{cases} \quad (19)$$

З урахуванням даних умов перетворення (11) перетворюється на :

$$F_g^*(x) = \begin{cases} f_{tr}^g(x) \rightarrow f_{ord}(x) \wedge f_{ap+}^g(x) \wedge f_{ap}^g(x) \\ x \rightarrow \neg f_{ord}(x) \vee \neg f_{ap+}^g(x) \vee \neg f_{ap}^g(x) \end{cases} \quad (20)$$

Вказані представлення перетворення текстів є зручнішими для користувача, оскільки легше представляти в текстовій формі. Вирази (1)–(18) фактично накладають певні умови на топологію графової структури, сформованої вхідною множиною і зв'язками між її елементами кожного текстового документу. Оскільки як конструкти, так і концепти в рамках виконуваних над ними операцій можуть розглядатись як аналог лексем, то і сформована ними графова структура може розглядатись як аналог структури, сформованої лексемами, а саме — первинної структури тексту. Важливим наслідком даного факту є те, що користувачу легко розробити процедуру автоматизованого створення, оскільки така процедура зводиться до простої в реалізації функції вибору довільного контексту. Важливо зазначити, що може використовуватись і первинна структура тексту, що обробляється, — тобто формування інтерактивного документу може виступати в ролі додаткового кроку після синтаксичного аналізу і перед агрегацією довільної текстової структури.

**Висновок.** Наслідком існування гомеоморфізму між первинною структурою тексту та структурою інформації, що з нього виділяється, є можливість

побудови спеціалізованої структури, призначеної для роботи не з об'єктами онтології, а лексемами первинної структури. Побудований на її основі інтерактивний документ  $\langle T_{sn}, NS' \rangle$  може здійснюватися для формування довільної мережної інформаційної системи в предметній площині.

#### Література.

1. Величко В. Ю. Деякі способи виділення відношень між термінами в природномовному тексті / В. Ю. Величко, В. В. Приходнюк // Системний аналіз та інформаційні технології : зб. наук. праць за матеріалами XV конференції (Київ, 27–31 травня 2013 р.). — К. : НТУУ «КПІ», 2013. — С. 406.
2. Величко В. Ю. Інструментарій автоматизованого виділення відношень з текстів технічної тематики / В. Ю. Величко, С. В. Сирота, В. В. Приходнюк // Системний аналіз та інформаційні технології : зб. наук. праць за матеріалами XVI конференції (Київ, 26–30 травня 2014 р.). — К. : НТУУ «КПІ», 2014. — С. 346–347.
3. Величко В. Ю. Спосіб автоматизованого виділення відношень між термінами з природномовних текстів технічної тематики / В. Ю. Величко, В. В. Приходнюк // Knowledge — Dialogue — Solution : зб. праць XX міжнародної конференції. — К. : ІТНЕА, 2014. — С. 27–28.
4. Мінцер О. П. Прийняття рішень в трансдисциплінарних задачах / О. П. Мінцер, Л. Ю. Бабінцева, О. М. Шевцова // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика : одинадцята дистанційна наук.-практ. конф. з міжнар. уч. : зб. пр., 5 черв. 2017 р., Київ. — К. : ІПММС НАНУ, 2017. — С. 99–100.
5. Приходнюк В. В. Автоматизоване формування електронних шарів геоінформаційних систем на основі структурованої і неструктурованої інформації / В. В. Приходнюк // Геоінформаційні технології в територіальному управлінні : зб. наук. праць за матеріалами XIII міжнар. наук.-практ. конф. (Одеса, 17–18 вересня 2015 р.). — Одеса : Одеський регіональний інститут державного управління [та ін.], 2015. — С. 73–76.
6. Приходнюк В. В. Онтологічна ГІС, як засіб впорядкування геопросторової інформації / В. В. Приходнюк, О. Є. Стрижак // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. — 2017. — Т. 27, № 2. — С. 167–174.
7. Приходнюк В. В. Таксономизация естественно-языковых текстов / В. В. Приходнюк // Information models and analyses. — 2016. — Т. 5, № 3. — С. 270–285.
8. Стрижак А. Е. Инвариантные задачи онтологических систем / А. Е. Стрижак // Information technologies & knowledge. — 2014. — №. 8. — С. 356–360.

9. Стрижак О. Є. Трансдисциплінарна інтеграція інформаційних ресурсів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.13.06 / Стрижак Олександр Євгенійович. — К., 2014. — 470 с.

#### References.

1. Velichko, V. Yu., & Prikhodnyuk, V. V. (2013). Deyaki sposobi vidilennya vidnoshen' mizh terminami v prirodnomovnomu teksti [Some ways to highlight the relationship between terms in the natural language text]. In *Sistemniy analiz ta informatsiini tekhnologii* (System analysis and information technology): a collection of scientific papers on the materials of the XV conference (Kyiv, 27–31 May 2013) (p. 406). Kyiv: NTUU KPI.
2. Velichko, V. Yu., Sirota, S. V., & Prikhodnyuk, V. V. (2014). Instrumentarii avtomatizovanogo vidilennya vidnoshen' z tekstiv tekhnichnoi tematiki [Instrumentation of automated separation of relations from technical texts]. In *Sistemniy analiz ta informatsiini tekhnologii* (System analysis and information technology): a collection of scientific papers on the materials of the XVI conference (Kyiv, 26–30 May 2014) (pp. 346–347). Kyiv: NTUU KPI.
3. Velichko, V. Yu., & Prikhodnyuk, V. V. (2014). Sposib avtomatizovanogo vidilennya vidnoshen' mizh terminami z prirodnomovnikh tekstiv tekhnichnoi tematiki [The method of automated allocation of relations between terms from natural language texts of technical subjects]. In *Knowledge — Dialogue — Solution: a collection of scientific papers on the materials of the XX international conference* (pp. 27–28). Kyiv: ITHEA.
4. Mintser, O. P., Babintseva, L. Yu., & Shevtsova, O. M. (2017). Priinyattya rishen' v transdistsiplinarnikh zadachakh [Decision making in transdisciplinary tasks]. *Sistemi pidtrimki priinyattya rishen'*. *Teoriya i praktika* (Decision support systems. Theory and practice), 99–100.
5. Prikhodnyuk, V. V. (2015). Avtomatizovane formuvannya elektronikh shariv geoinformatsiinih sistem na osnovi strukturovanoi i nestrukurovanoi informatsii [Automated formation of electronic layers of geoinformation systems on the basis of structured and unstructured information]. In *Geoinformatsiini tekhnologii v teritorial'nomu upravlinni* (Geoinformation technologies in territorial management): a collection of scientific papers on the materials of the XIII international scientific and practical conference (Odesa, 17–18 September 2015) (pp. 73–76). Odesa: Odessa Regional Institute of Public Administration [et al.].
6. Prikhodnyuk, V. V., & Strizhak, O. Ye. (2017). Ontologichna GIS, yak zasib vporyadkuvannya geoprostorovoi informatsii [Ontological GIS as a means of ordering of geospatial information]. *Nauka i tekhnika Povitryanikh Sil Zbroinikh Sil Ukraini* (Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine), 27(2), 167–174.
7. Prikhodnyuk, V. V. (2016). Taksonomizatsiya estestvenno-yazykovykh tekstov [Taxonomy of natural language texts]. *Information models and analyses*, 5, 270–285.
8. Strizhak, A. E. (2014). Invariantnye zadachi ontologicheskikh sistem [Invariant tasks of ontological systems]. *Information technologies & knowledge*, 8, 356–360.
9. Strizhak, O. Ye. (2014). *Transdistsiplinarna integratsiya informatsiinih resursiv* [Transdisciplinary integration of information resources]. (Doctoral dissertation).

УДК 61:007:616-082:005:001.8

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8892>

## ІНФОРМАЦІЙНІ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНОГО ДОГЛЯДУ ЗА ХВОРИМИ З ПІДТРИМКОЮ АЛГОРИТМІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КЛАСИФІКАТОРА ICNP

**В. П. Марценюк, І. Є. Андрущак<sup>1</sup>, І. В. Цікорська<sup>2</sup>**

*Університет Бельсько-Бяли, Республіка Польща*

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

<sup>2</sup>*ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет  
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України»*

У роботі представлено інформаційні моделі процесу догляду за пацієнтами шляхом концептуального представлення, що включають оцінювання стану пацієнта в цілісному вимірі (медсестринське інтерв'ю, фізикальне дослідження, обстеження, вимірювання, аналіз документації), медсестринський діагноз, планування медсестринського догляду, визначення очікуваних результатів, медсестринських маніпуляцій, імплементацію плану догляду та евалуацію результатів догляду. Особлива увага звертається на можливості використання міжнародної термінології в описі медсестринської практики. Аналіз рішень проводиться з використанням термінології дерев рішень.

**Ключові слова:** процес догляду, медсестринський діагноз, медсестринські маніпуляції, класифікація ICNP, аналіз рішень, дерево рішень.

## INFORMATION MODELS OF GENERAL NURSING CARE FOR PATIENTS WITH SUPPORT FOR DECISION ALGORITHMS BASED ON THE ICNP CLASSIFIER

**V. P. Martsenyuk, I. Ye. Andrushchak<sup>1</sup>, I. V. Tsikorska<sup>2</sup>**

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

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

<sup>2</sup>*SHEE I. Horbachevsky Ternopil State Medical University of the Ministry of Health of Ukraine*

The paper presents information models of the nursing process through a conceptual presentation, including assessments of the patient's overall condition (nursing interviews, physical assessment, measurement, documentation analysis), nursing diagnosis, nursing care planning, determination of expected results, nursing manipulation, care plan implementation and care results evaluation. Particular attention is drawn to the possibility of using international terminology in describing nursing practices. Analysis of solutions is carried out using the terminology of decision trees.

**Key words:** nursing process, nursing diagnosis, nursing manipulations, ICNP classification, decision analysis, decision tree.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОБЩЕГО УХОДА ЗА БОЛЬНЫМИ С ПОДДЕРЖКОЙ АЛГОРИТМОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАТОРА ICNP

**В. П. Марценюк, И. Е. Андрущак<sup>1</sup>, И. В. Цикорская<sup>2</sup>**

*Университет Бельско-Бялы, Республика Польша*

<sup>1</sup>*Луцкий национальный технический университет*

<sup>2</sup>*ГВУЗ «Тернопольский государственный медицинский университет  
имени И. Я. Горбачевского МЗ Украины»*

В работе представлены информационные модели процесса ухода за больными путем концептуального представления, включающие оценки состояния пациента в целостном измерении (медсестринское интервью, физикальное обследование, измерение, анализ документации), медсестринский диагноз, планирование медсестринского ухода, определение ожидаемых результатов, медсестринских манипуляций, имплементацию плана ухода и эвалуацию результатов ухода. Особое внимание обращается на возможность использования международной терминологии в описании медсестринской практики. Анализ решений проводится с использованием терминологии деревьев решений.

**Ключевые слова:** процесс ухода, медсестринский диагноз, медсестринские манипуляции, классификация ICNP, анализ решений, дерево решений.

© В. П. Марценюк, І. Є. Андрущак, І. В. Цікорська

**Введение.** Процесс ухода за больными трактуется как основной термин медсестринского ухода [7]. Он понимается как концепция рационального ухода и присутствует с давних пор в творческой медсестринской мысли и профессиональной практике. Сегодня он понимается как современный, целостный и индивидуальный уход [5, 8]. Медсестры прилагают и прилагают усилия, чтобы проводимый ими уход отвечал запросам и критериям качества.

**Цель работы:** моделирование проблем, связанных с принятием решений в общем уходе за больными, с использованием структурированного подхода анализа решений и международного классификатора медсестринской практики ICNP.

**Результаты и их обсуждение.** В прошлом обычно применяли только некоторые элементы процесса ухода [5]. В наше время возникает необходимость предоставления индивидуального и целостного ухода на высоком уровне, тем более что Всемирная организация здравоохранения и многочисленные международные медсестринские организации рекомендуют методы работы, основанные на процессе ухода.

Современная медсестринская практика должна характеризоваться следующими свойствами [3].

1. Индивидуализация в подходе к пациенту — медсестра обязана учитывать и уважать особенности, индивидуальность и уникальность каждого получателя медсестринских услуг на каждом этапе ухода.
2. Координация / коллективность ухода. Процесс ухода должен быть тесно интегрирован с процессом диагностики, терапии и выздоровления определенного пациента, которому оказывает уход команда медсестер. Они должны сотрудничать не только с самим пациентом, но также с его семьей / близкими, другими специалистами в системе здравоохранения, например с медсестрой долгосрочного ухода, врачом, диетологом, физиотерапевтом, акушеркой, психологом или социальным работником.
3. Целостный подход, характеризующийся заботой и заинтересованностью медсестры не только биологическими / физиологическими параметрами жизни подопечного, но и его психосоциальными аспектами. Необходимо при этом учёт функционирования пациента в определенной социальной группе / семье, а также среде обитания / обучения / работы в сочетании с выбранным им стилем жизни.

4. Опора профессиональной практики на результаты научных исследований [1, 2] на всех этапах процесса ухода и критическое мышление при принятии решения. Процесс ухода использует элементы клинической мысли, что требует от медсестры умения интерпретации и применения результатов научных исследований на практике, например во время категоризации у субъекта ухода и решений, касающихся выбора определенного способа медсестринских манипуляций, направленных на улучшение функционирования пациента, включая качество его жизни, а также постоянное улучшение качества ухода.
5. Связь между безопасной профессиональной средой и уровнем медсестринского ухода и его результатами. Безопасная и здоровая профессиональная среда уменьшает риск возникновения медицинских ошибок, увеличивает эффективность ухода, а также минимизирует риск возникновения межличностных конфликтов и стрессовых ситуаций в коллективе.

**Использование классификатора ICNP.** Международный классификатор медицинской практики (International Classification for Nursing Practice, ICNP®) является неотъемлемой частью глобальной информационной инфраструктуры, практики и политики в области здравоохранения, направленной на улучшение здравоохранения во всем мире [4]. ICNP® — это унифицированная система медсестринского языка, терминология, используемая в практике медсестер, которая способствует согласованию терминов, используемых в конкретных лечебных учреждениях на основе существующих терминологических систем.

Целью данной работы является показать возможность использования ICNP® в процессе принятия медсестринских решений.

Современная версия ICNP® дает возможность обозначить готовые диагнозы и медсестринские манипуляции. ICNP® является международным стандартом для терминологии ухода. Классификатор установлен и разработан как специальный проект Международного совета медсестер (International Council of Nurses, ICN). Он защищен авторским правом, принадлежащим ICNP [7]. Среди причин введения классификатора в медсестринской практике чаще всего упоминаются стандартизация медсестринского словаря, возможность реализации в очень разных условиях и культурах, необходимость для медсестер описания зависимости между

диагнозом, вмешательством и его результатом, развитие информационных систем поддержки управления здравоохранением, включая медсестринский уход, поддержка додипломной и последипломной системы образования медсестер [1, 3], установление необходимых затрат на медсестринский уход, планирование ресурсов в повседневной работе, ссылки на другие медицинские системы классификации [5].

Текущая версия ICNP® от 2015 года позволяет использовать список готовых медсестринских диагнозов, вмешательств (т. е. действий / манипуляций медсестер относительно диагностических проблем) и полученных в ходе их применения результатов ухода [8].

**Концепция процесса ухода.** Концепция процесса ухода родилась в США в конце 1950-х годов. Авторами концепции были именно медсестры: Hildegard Peplau (*Interpersonal relations in nursing*, 1952), Lydia Hall (*Quality of nursing care*, 1955), Dorothy Johnson (*A philosophy of nursing*, 1959). С 1960-х годов процесс ухода получил свою теоретическую и практическую основы.

Существует ряд подходов к определению процесса ухода. Итак, процесс ухода это:

- термин, относящийся к системе определенных процедур и манипуляций по уходу за больными, которые являются нужными для здоровья человека, семьи и/или других сообществ, а также нахождение способов для как можно лучшего удовлетворения этих потребностей (WHO, 1985);
- концепция и научный метод ухода, целью которого является повышение его уровня и эффективности, приспособления к современным потребностям человека (семьи, среды) в сфере поддержания и укрепления здоровья, а также его восстановления;
- предоставление медсестринского ухода с использованием сознательного распознавания биологического, психического, общественного, духовного, культурного состояния личности и среды;
- метод работы медсестры с пациентом и его средой, основанный на целостной концепции ухода; определяет систематизированный цикл действий;
- научный метод, применяемый медсестрами с целью обеспечения качества ухода за пациентом;
- метод, применяемый медсестрами в различных областях медсестринской практики, основанный

на целостном индивидуализированном и сконцентрированном подходе к объекту ухода.

**Анализ решений в общем уходе.** Анализ принятия решений особенно подходит для ситуаций, в которых есть выбор четких решений, и где лица, в отношении которых принимаются решения (например, пациент), должны быть проинформированы о возможности различных результатов [6].

Анализ принятия решений базируется на теории принятия решений, известной как теория субъективной ожидаемой полезности. Эта теория предлагает модель принятия решений, то есть описывает действия, которые приведут к принятию решения, если имеющаяся информация будет использована логично и рационально. Иными словами, теория указывает на то, что лицо, принимающее решение, должно выбрать вариант с наибольшей вероятностью, что приведет к достижению результата, который будет отвечать его убеждению, учитывая ценность решения. Такое сопоставление результатов с входными данными известно как максимизация ожидаемой полезности (Bell et al., 1988).

Если речь идет об анализе решений в клинической практике, то имеем пример решения, принятого в условиях неопределенности. Фактически почти все решения в сфере здравоохранения принимаются в условиях неопределенности (Eddy, 1990). Например, непонятно, излечится ли рецидив язвенной болезни, и будет ли пациент соблюдать лечение, если ему его назначили. Возможное решение также может зависеть от того, как пациент будет чувствовать себя после лечения, а не от возможности развития еще одной язвы.

Структурирование решения возможно в формате дерева решений. В дерево встроены различные ситуации, которые могут возникнуть случайно (или неопределенно). Они включают в себя, например, ситуации: пациент будет придерживаться определенного лечения, язва будет повторяться или не будет.

Определенный набор ветвей рассматривают как узлы решения. Узлы решения представляют ситуации, заключающиеся в выборе что-либо делать (или не делать). Определенные листья дерева известны как случайные узлы, и они указывают на вероятность результата. Другие листья представляют такие ситуации в принятии решения, где результат не может быть предусмотрен с уверенностью (решение в условиях неопределенности).

При анализе решений на основе проблемы решений обычно строится дерево решений. При структурировании проблемы таким образом и добавлении числовых значений для разных узлов, проблема может быть проанализирована, и определен выбор оптимального решения. В листьях дерева мы можем представлять как вероятность конкретного получаемого результата, так и значения (полезность), что является важным для лица, принимающего решение. Одним из преимуществ использования метода анализа решений является возможность явным образом связать результаты экспериментальных исследований с выбранными вариантами решений [6].

### Этапы процесса ухода и модели принятия решений.

**Этап 1: оценка.** На первом этапе процесса ухода медсестра собирает информацию, касающуюся физиологического, психологического, социологического и духовно-культурного статуса пациента, а также функционального состояния и образа жизни, способности к самоуходу и проведению самоконтроля (рис. 1–3).

Оценка функционирования больного служит для идентификации актуальных и потенциальных медсестринских задач и потребностей пациента, что, в свою очередь, обуславливает сферу и характер медсестринского ухода. Медсестра обдумывает явления, оценивает размер задач, проблем с целью установления диагноза.

Это очень динамичный этап, требующий от медсестры умения установления межличностных отношений как с самим пациентом, так и с лицами из его окружения, а также членами многопрофильного коллектива. Целью такого поведения является, в том числе, получение доверия больного, побуждение его к сотрудничеству, формирование атмосферы доброжелательности опеки.

Оценивание — это не только способность к наблюдению и накоплению информации. Это прежде всего умение проведения ее анализа и интерпретации в результате критического мышления.

Для этапа оценки классификатор ICNP предусматривает ряд терминов. Ниже представлено описание понятий, используемых на этом этапе. В частности, термины «состояние» и «статус». Здесь состояние — это «мнение медсестры», тогда как «статус» является объектом исследуемого явления, результатом чего является установление медсестринского диагноза.

1. Состояние 10018786 (J) мнение медсестры.
2. Статус 10018793 (F) свойство: положение лица относительно других, относительная позиция личности:
  - духовный статус 10018614;
  - финансовый статус 10031299;
  - физиологический статус 10014546;
  - психологический статус 10015988;
  - общественный статус 10018410;
  - потребность 10012495;
  - потребность ухода 10030878;
  - потребность медицинского и социального ухода 10031350.
3. Запись пациента 10014178 (M).
4. Самоуход 10017661 (F) активность, осуществляется самостоятельно: забота о ресурсах, необходимых для нормального функционирования и удовлетворения основных индивидуальных и интимных потребностей, повседневной деятельности
5. Ведение здорового образа жизни 10008782 (F) поведение: предполагаемый способ идентификации, использования, управления и обеспечения средств медицинского ухода, связанный с заявлением о потребности медицинского ухода, а также получением помощи от других.

**Система OLDCART.** Медсестры должны соблюдать максимальную системность при проведении собеседования с пациентом. Такой системности способствует подход OLDCART, используемый для получения критической информации о пациенте и оценки болезни. В названии OLDCART каждая буква обозначает особый элемент информации.

O (onset) — начало медицинской проблемы: что вызывает беспокойство или жалобу больного?

L (location) — локализация недомогания (например, боли) и других сопровождающих проявлений;

D (duration) — длительность течения медицинской проблемы;

C (characteristic) — характер проблемы / недомогания;

A (aggravating factors) — факторы, отягчающие / ухудшающие / усиливающие медицинскую проблему / недомогание;

R (relieving factors) — смягчающие факторы, уменьшающие / ограничивающие усиление проблемы / недомогания;

T (treatment) — прежние способы поведения / лечения.

Оценка основных жизненных функций необходима для того, чтобы медсестра определила

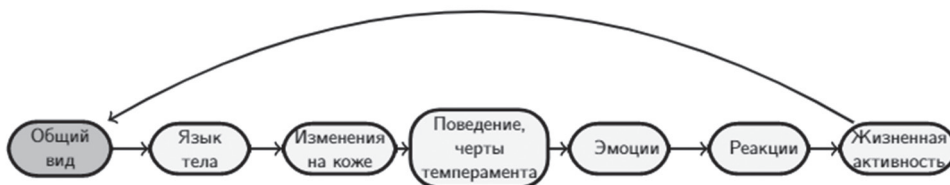


Рис 1. Элементы медсестринского обследования

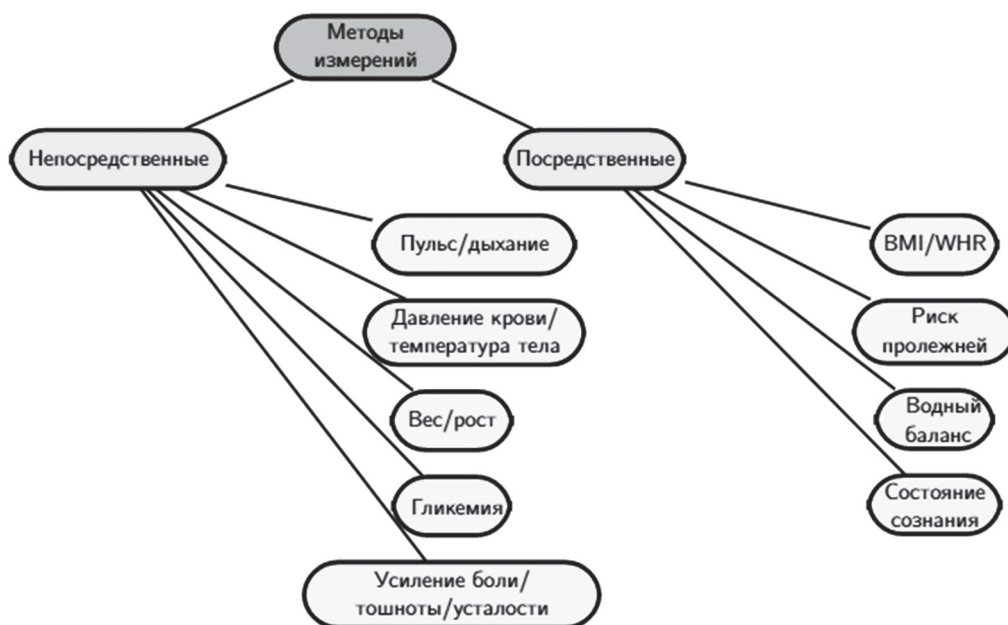


Рис 2. Измерения в медсестринской практике



Рис 3. Методы физикального обследования

состояние пациента, эффективность функционирования отдельных систем и органов, принимала меры для поддержания или изменения установленного порядка.

Оценка может охватывать три сферы функционирования человека, а именно биологическую, психическую и социальную.

Биологическая оценка должна содержать информацию о нормальном или нарушенном функционировании основных систем: дыхательной, сердечно-сосудистой (кровеносной), нервной, пищеварительной, мочевой, половой, терморегуляции.

Источником данных пациента могут быть сам пациент, его семья или другие близкие родственники.

При построении дерева решений на этапе оценки могут использоваться учебные наборы, атрибутами которых являются, например, элементы OLDCART. При этом атрибутом класса являются предложенные для пациента методы физикального обследования и измерения. Соответственно в узлах полученного дерева находятся элементы OLDCART, тогда как в листьях — необходимые методы обследования.

**Этап 2: медсестринский диагноз.** Сутью второго этапа процесса ухода является формулировка медсестринского диагноза, к установлению которого уполномочены исключительно медсестры. Признано, что установление медсестринского диагноза является одной из основных задач, имеющих фундаментальное и неоспоримое значение в медсестринской практике.

Медсестринский диагноз — это понятие (введено V. Fry в 1953 г.), которое принадлежит к главным функционирующим понятиям в уходе за больными и является отражением современной теоретической основы и философии ухода за больными, а также роли медсестры и ухода.

Диагноз определяет сферы и характер попечительской работы с пациентом / группой / средой.

Существуют следующие способы определения медсестринского диагноза:

- независимая функция медсестры, а также оценка личной реакции пациента на кризис развития болезни, неполноценность или другие стрессовые ситуации (Bircher, 1975).
- актуальные или потенциальные медицинские проблемы, к решению которых приставлены медсестры согласно своему образованию и опыту (Гордон, 1979).
- клиническое заключение, которое касается личности, семьи или группы лиц, выданное на основании сознательного и систематического

процесса накопления данных и их анализа, составляет основу для планирования действий, за которые отвечает медсестра (Shoemaker, 1979).

- заключение, которое описывает реакции (состояние здоровья или изменения в актуальных / потенциальных интеракциях) человека или группы, медсестра может идентифицировать согласно своим полномочиям и выполнить (возможно, поручить) манипуляции с целью поддержания здоровья и предотвращения изменений (NANDA, 1979).

**Правила диагностики.** Важным вопросом является соблюдение определенных принципов:

- сильная корреляция диагноза(ов) и информации, полученной медсестрой в процессе этапа оценки;
- идентификация реальных и/или потенциальных угроз для здоровья и функционирования пациента, а также его безопасности;
- формулировка диагнозов, отражающих статус пациента: физиологический, психологический, социальный и культурно-духовный, а также уровень его подготовки, самостоятельности, жизненной активности, возможность справиться с болезнью самостоятельно, самооценка здоровья, уровень медицинских знаний и сознания, реакцию на существующую угрозу / диагностирование / болезнь / госпитализацию;
- использование международного языка, описывающего классификации медсестринской практики, например ICNP (рис. 4);
- документирование диагнозов способом, обеспечивающим и облегчающим определение ожидаемых результатов и плана ухода.

Формулировка медсестринских диагнозов. В литературе чаще всего чередуется несколько классических подходов к способам формулировки медсестринских диагнозов, которые записываются как:

- заключение, состоящее из одной части (например, боль, удушье, страх);
- заключение, состоящее из двух частей, (например, риск возникновения пролежней, вызванный недержанием мочи и стула; расстройства газового обмена, обусловленные спазмом гладких мышц бронхов);
- заключение из трех частей (например, снижение толерантности к физической нагрузке, вызванное расстройствами газового обмена, проявляется одышкой и утомляемостью; испуг по поводу операционной процедуры, проявляется взволнованностью, плачем и бессонницей).

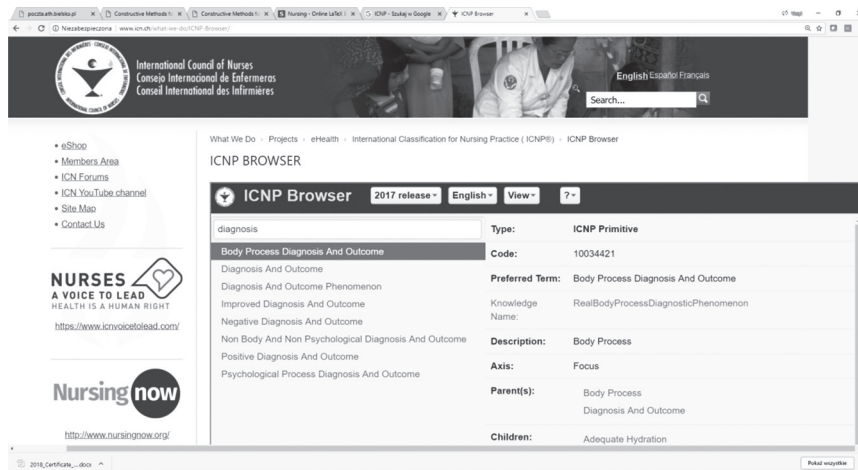


Рис 4. Браузер международного классификатора медсестринской практики ICNP

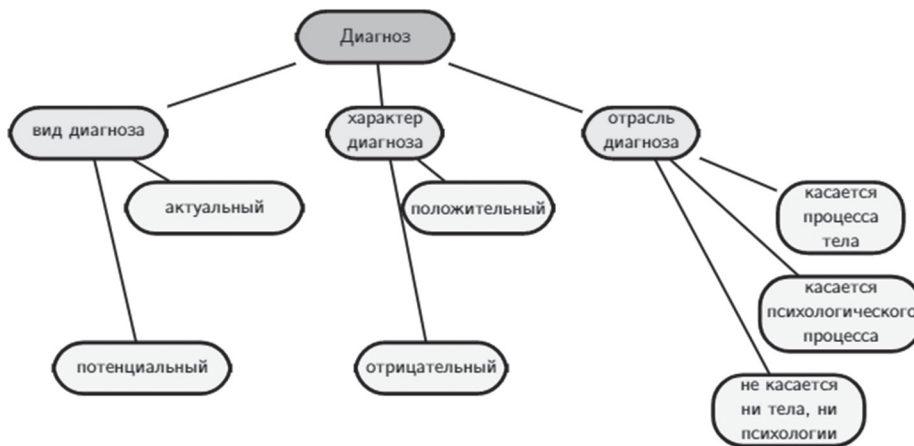


Рис 5. Дифференциальная диагностика ICNP

Классификатор ICNP предлагает использовать с целью формулирования медсестринского диагноза правило PES (проблема / этиология / симптом), в котором «P» обозначает диагностическую категорию, «E» — определение этиологических факторов / факторов риска, а «S» — объективные и субъективные проявления, подтверждающие распознавание проблемы.

Диагнозы ICNP. Следует подчеркнуть, что актуальная версия ICNP (с 2015 года) содержит 805 медсестринских диагнозов, которые облегчают медсестре формулировку и документирование информации на первом этапе процесса ухода, оценку статуса пациента в целостном измерении.

При построении дерева решений на этапе формулировки медсестринского диагноза могут использоваться учебные наборы, атрибутами которых являются элементы OLDCART и методы обследования. При этом атрибутом

класса является диагноз ICNP. Соответственно, в узлах полученного дерева могут находиться элементы OLDCART и результаты методов обследований, тогда как в листьях — диагнозы ICNP в формате PES.

**Этап 3: планирование (ухода).** Планирование медсестринского ухода заключается в решении вопроса о том, что и каким образом должно быть выполнено для пациента / пациентом / при пациенте, чтобы можно было достичь оптимального состояния. Следует принять решение, кто будет реализовывать отдельные манипуляции или все из них в пользу объекта медсестринского ухода.

После согласования (лучше вместе с пациентом / уполномоченными лицами) списка диагнозов медсестра должна предоставить каждому из них определенный приоритет и сформулировать для каждого четкий, измеряемый, ожидаемый и возможный для достижения результат ухода.

**Етап 4: імплементація.** Після формулювання відповідного і особого для кожного пацієнта плану ухода медсестра починає його імплементацію, реалізуючи медсестринські маніпуляції, які можуть відбуватися в різному часовому проміжку (від кількох хвилин / годин до кількох тижнів або навіть місяців).

Імплементація плану ухода повинна відбуватися способом, що забезпечує отримувачу послуг безпеку в чітко визначеному часі. Звичайно маніпуляції, виконувані медсестрами, стосуються областей, пов'язаних з наданням послуг: опікунських, профілактичних, терапевтичних, реабілітаційних, медичної неопосередкованої допомоги.

**Етап 5: евалюація.** Значенням евалюації є порівняння статусу пацієнта, встановленого на першому етапі процесу ухода, з отриманим після виконання визначених маніпуляцій (охоплюючих професійні і непрофесійні дії, самоуход). В ході цієї пізнавальної активності медсестра повинна відповісти на деякі питання, включаючи, наприклад:

- хто і/або що становило перешкоду / ускладнення в процесі ухода і привело до остаточному результату ухода (наприклад, нестача обладнання, недостатньо укомплектований медсестринський штат, організаційні рішення, небажання / відмова з боку пацієнта) і яким чином привело до виникнення непередбачуваних результатів;
- як слід вести себе в подальшому, особливо якщо досягнутий ефект був половинчастим або взагалі не вдалося досягти запланованого результату.

**Висновки.** Ітак, процес ухода — це науковий метод роботи медсестри з отримувачем медсестринських послуг, оснований на цілісній концепції ухода, яка визначає систематизований цикл дій. В процесі ухода медсестра використовує критичне мислення і елементи клінічної думки, що вимагає вміння інтерпретації і застосування результатів наукових досліджень. Процес ухода складається з п'яти етапів: оцінки, медсестринського діагнозу, планування ухода, його імплементації і евалюації.

Оцінка функціонування хворого служить для ідентифікації актуальних і потенційних

проблем ухода за пацієнтом і його потреб; в свою чергу, регулює сферу і характер медсестринського ухода.

Встановлений медсестринський діагноз повинен бути коротким, ясним, чітким і зрозумілим для кожної медсестри і всіх членів колективу, з оптимальним використанням міжнародного стандарту медсестринської термінології ICNP.

Важливим елементом планування ухода є визначення виду і сфери медсестринських маніпуляцій, що дозволяють досягти запланованих попередньо результатів, з використанням в медсестринській практиці наукових доказів (evidence based nursing, EBN).

Документування отримуваних даних повинно відбуватися своєчасно, згідно з вимогами галузі, з перевагою електронної записи. Згідно з ICNP медсестринська документація включає листок індивідуального медсестринського ухода, який складається з листа медсестринського інтерв'ю, листа оцінки стану пацієнта, плану медсестринського ухода, медсестринських рекомендацій при виписці з лікарні, а також медсестринського звіту.

Аналіз рішення може бути корисним підходом в медсестринстві. Він дозволяє детально розглянути проблемні рішення, використовувати експериментальні докази для обґрунтування рішення і рекомендувати оптимальні рішення в складних ситуаціях. Аналіз рішення також сприяє цілісному уходу за хворим, оскільки такий підхід може бути застосований на всіх етапах ухода і для різних варіантів лікування.

Чітко структуруючи рішення, яке буде прийнято в формі дерева, можна встановити, як і чому було прийнято конкретне рішення. Це може стати важливим обґрунтуванням клінічних рішень в медсестринській практиці.

**Литература.**

1. Марценюк В. П. Дистанційна система навчання як засіб для здобуття освітньої кваліфікації бакалавра та магістра медсестринства в Тернопільському державному медичному університеті імені І. Я. Горбачевського / В. П. Марценюк, Н. І. Рега, В. Є. Городецький // Медична інформатика та інженерія. — 2013. — № 2. — С. 33–36.
2. Марценюк В. П. Телемедичні технології в США: організаційне, програмне та апаратне забезпечення / В. П. Марценюк, О. Л. Ковальчук, А. А. Лепявко // Медична інформатика та інженерія. — 2009. — № 2. — С. 22–31.
3. Медсестринська освіта в Університеті Південної Кароліни Апстейт (США) / за ред. Л. Я. Ковальчука. — Тернопіль : ТДМУ, 2006. — 398 с.
4. Coenen A. Development of terminology subsets using ICNP® / A. Coenen, T. Y. Kim // International journal of medical informatics. — 2010. — Vol. 79, No. 7. — P. 530–538.
5. Corbin J. M. A nursing model for chronic illness management based upon the trajectory framework / J. M. Corbin // Research and theory for nursing practice. — 1991. — Vol. 5, No. 3. — P. 155.
6. Dowding D. Using decision trees to aid decision-making in nursing / D. Dowding, C. Thompson // Nursing times. — 2004. — Vol. 100, No. 21. — P. 36–39.
7. Häyrynen K. Evaluation of electronic nursing documentation — Nursing process model and standardized terminologies as keys to visible and transparent nursing / K. Häyrynen, J. Lammintakanen, K. Saranto // International journal of medical informatics. — 2010. — Vol. 79, No. 8. — P. 554–564.
8. Wilkinson J. M. Nursing process and critical thinking / J. M. Wilkinson. — New Jersey : Prentice Hall, 2001. — 3rd ed.

**References.**

1. Martsenyuk, V. P., Rega, N. I., & Gorodets'kii, V. Ye. (2013). Distantiina sistema navchannya yak zasib dlya zdobuttya osvith'oi kvalifikatsii bakalavra ta magistra medsestrinstva v Ternopil's'komu derzhavnomu medichnomu universiteti imeni I. Ya. Gorbachevs'kogo [Distance learning system as a means for obtaining the educational qualification of a bachelor and master of nursing in I. Gorbachevsky Ternopil State Medical University]. *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering)*, 2, 33–36.
2. Martsenyuk, V. P., Koval'chuk, O. L., & Lepyavko, A. A. (2009). Telemedichni tekhnologii v SShA: organizatsiine, programne ta aparatne zabezpechennya [Telemedicine technologies in the USA: organization, software and hardware]. *Medichna informatika ta inzheneriya (Medical informatics and engineering)*, 2, 22–31.
3. Koval'chuk, L. Ya. (Ed.) (2006). *Medsestrins'ka osvita v Universiteti Pivdennoi Karolini Apsteit (SShA) [Nursing Education at the University of South Carolina Apstate (USA)]*. Ternopil': TSMU.
4. Coenen, A., & Kim, T. Y. (2010). Development of terminology subsets using ICNP®. *International journal of medical informatics*, 79(7), 530–538. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2010.03.005.
5. Corbin, J. M. (1991). A nursing model for chronic illness management based upon the trajectory framework. *Research and Theory for Nursing Practice*, 5(3), 155.
6. Dowding, D., & Thompson, C. (2004). Using decision trees to aid decision-making in nursing. *Nursing times*, 100(21), 36–39.
7. Häyrynen, K., Lammintakanen, J., & Saranto, K. (2010). Evaluation of electronic nursing documentation — Nursing process model and standardized terminologies as keys to visible and transparent nursing. *International journal of medical informatics*, 79(8), 554–564. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2010.05.002
8. Wilkinson, J. M. (2001). *Nursing process and critical thinking*. New Jersey: Prentice Hall.

УДК 378.147.018.43:004.77:[378.046-021.66:61]  
DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8893>

## ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН-ФОРМ ЯК ЗАСОБУ ВИКЛАДАННЯ В ІНТЕРНАТУРІ

**В. І. Кривенко, І. С. Качан, І. В. Непрядкіна, О. П. Федорова,  
М. Ю. Колесник, С. П. Пахомова, Т. Ю. Радомська**

*Запорізький державний медичний університет*

У статті наведено результати аналізу ефективності використання онлайн-форм у процесі опанування дисципліни «внутрішні хвороби». Проведено педагогічний експеримент із включенням 46 лікарів-інтернів, які займалися на кафедрі в період 2016–2017 років. Встановлено, що використання онлайн-форм дозволяє підвищити ефективність навчального процесу за рахунок, по-перше, зменшення часу, який витрачається на обробку результатів опитування, і, по-друге, поліпшення рівня засвоєння матеріалу та «виживаності» знань лікарів-інтернів за допомогою наочного представлення результатів вихідного випробування і предметної дискусії з проблемних питань. Онлайн-опитування характеризується більшою об'єктивністю і, як наслідок, більш позитивним стимулюючим впливом на пізнавальну діяльність лікаря-інтерна. У запропонованій методиці перевірка виконання ситуаційних завдань виконується централізовано, за єдиними критеріями, що дозволяє з достатньою підставою судити про загальний ступінь сформованості відповідних знань та навиків, виявляти типові помилки і на цій основі корегувати та надалі вдосконалювати навчальний процес. Поєднання онлайн-опитування як форми перевірки з традиційними засобами контролю, а також із самоконтролем може сприяти виробленню реальної системи об'єктивної оцінки знань і реалізації головного завдання освітнього процесу — формуванню міцних знань і забезпеченню високої якості підготовки майбутніх фахівців.

**Ключові слова:** дистанційна освіта, інтернатура, загальна практика — сімейна медицина, онлайн-форма, засоби навчання.

## ADVANTAGES OF ONLINE FORMS AS A MEANS OF TEACHING OF INTERNSHIP

**V. I. Krivenko, I. S. Kachan, I. V. Nepryadkina, O. P. Fedorova,  
M. Yu. Kolesnik, S. P. Pakhomova, T. Yu. Radomskaya**

*Zaporizhzhya State Medical University*

The article deals with the results of the analysis of the effectiveness of using online forms in the process of mastering the discipline «internal diseases». A pedagogical experiment was conducted with the inclusion of 46 interns who were engaged in the department during the period 2016–2017. It was found that the use of online forms to improve the efficiency of the educational process at the expense of, firstly, reducing the time spent on processing of the survey results, and, secondly, the optimization of the material assimilation level and «survival» knowledge of medical interns using a visual representation the results of the initial test and the substantive discussion on problematic issues. The combination of the online interviewing as a form of testing with the traditional way of control, and with self-control, can lead to a real system of objective assessment of the knowledge and realization of the main task of the educational process — the formation of strong knowledge and provide high-quality training of future specialists.

**Key words:** distance education, internship, general practice — family medicine, online form, teaching aids.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОНЛАЙН-ФОРМ КАК СПОСОБА ОБУЧЕНИЯ В ИНТЕРНАТУРЕ

В. И. Кривенко, И. С. Качан, И. В. Непрядкина, Е. П. Федорова,  
М. Ю. Колесник, С. П. Пахомова, Т. Ю. Радомская

*Запорожский государственный медицинский университет*

В статье представлены результаты анализа эффективности использования онлайн-форм в процессе освоения дисциплины «внутренние болезни». Проведен педагогический эксперимент с включением 46 врачей-интернов, которые занимались на кафедре в период 2016–2017 годов. Установлено, что использование онлайн-форм позволяет повысить эффективность учебного процесса за счет, во-первых, уменьшения времени, затрачиваемого на обработку результатов опроса, и, во-вторых, оптимизации уровня усвоения материала и «выживаемости» знаний врачей-интернов с помощью наглядного представления результатов исходного испытания и предметной дискуссии по проблемным вопросам. Онлайн-опрос характеризуется большей объективностью и, как следствие, более выраженным положительным стимулирующим влиянием на познавательную деятельность врача-интерна. В предлагаемой методике проверка выполнения ситуационных задач выполняется централизованно, по единым критериям, что позволяет с достаточным основанием судить об общей степени овладения соответствующими знаниями и навыками, выявлять типичные ошибки и на этом основании корректировать, а в дальнейшем — совершенствовать учебный процесс. Сочетание онлайн-опроса как формы проверки с традиционными средствами контроля, а также с самоконтролем может способствовать выработке реальной системы объективной оценки знаний и реализации главной задачи образовательного процесса — формированию прочных знаний и обеспечению высокого качества подготовки будущих специалистов.

**Ключевые слова:** дистанционное образование, интернатура, общая практика — семейная медицина, онлайн-форма, способы обучения.

**Вступ.** Поряд із традиційними методиками навчання як на до-, так і на післядипломному етапі сьогодні актуальними є дистанційні форми освіти [1, 4, 6]. Натепер існує необхідність у швидкому відновленні знань, використанні новітніх передових інформаційних технологій у процесі навчання. Викладач закладу вищої освіти всіма можливими способами намагається закріпити отримані знання на практиці, впроваджуючи новітні технології, дотримуючись тенденцій розвитку інформаційних і комунікаційних технологій [2]. Це необхідне для того, щоб максимально ефективно застосовувати інновації у своїй роботі та з усього різноманіття існуючих інструментів уміти обрати той, що дійсно відповідає потребам як суб'єкту навчання, так і самого викладача.

У Запорізькому державному медичному університеті як основна використовується платформа «EDx», що дозволяє поєднати ефективні засоби структурованого надання інформації за розділами курсу з оптимальними формами контролю засвоєння матеріалу за певним фрагментом, темою або кредитом. Проте необхідно зазначити, що використання інформаційних технологій актуальне не тільки для самостійної роботи, а також для підвищення ефективності семінарів і практичних занять у процесі щоденної аудиторної роботи з лікарями-інтернами [5]. Зважаючи на те, що основним засобом

навчання на післядипломному етапі є практична лікарська діяльність під контролем викладача, виникає необхідність інтенсифікації освітнього процесу в аудиторії відповідно до робочої програми шляхом раціонального використання часу як викладача, так і лікаря-інтерна, поряд із оптимізацією засвоєння об'ємного матеріалу, що не завжди відповідає відведеній кількості навчальних годин. Одним із засобів викладання, що може стати у нагоді, є онлайн-форми — зручні сервіси зворотного зв'язку в режимі реального часу з оперативним опрацюванням отриманих даних та наочним представленням результатів. Такий спосіб має ряд переваг перед традиційним. Він відрізняється високою оперативністю, продуктивністю процесу навчання і об'єктивністю результатів контролю знань, дозволяє проаналізувати якість підготовки лікарів-інтернів за великим колом різних питань, допускає можливість самоконтролю.

Сьогодні доступні багато варіантів створення форм в Інтернеті. Основними перевагами сервісу «Google Forms» є вільний безоплатний доступ до всіх ресурсів та засобів застосування, зручний інтуїтивний інтерфейс конструктора форм та простота в користуванні: для того, щоб почати роботу, необхідно мати аккаунт «Google». Враховуючи те, що провідним призначенням онлайн-форм є отримання даних, ці сервіси традиційно використовують

для проведення опитувань та тестувань. У рамках вищої школи використання онлайн-опитування розглядається як одна з актуальних форм контролю якості підготовки, що дозволяє об'єктивно оцінити обсяг засвоєної тієї чи іншої навчальної дисципліни. Використання завдань різних видів дозволяє більш адекватно відповідати вимогам державного освітнього стандарту, сприяє поліпшенню організації і підвищенню якості навчального процесу.

Нами також апробовано аналогічні методики поточного та заключного контролю знань лікарів-інтернів [3]. Проте в процесі застосування даного виду інформаційних технологій на кафедрі автори звернули увагу на те, що наочне представлення результатів опитування лікарів-інтернів у вигляді діаграм поряд із обговоренням проблемних питань, які впливають з аналізу трендів відповідей, дозволяє раціонально провести роботу над помилками, оптимізувати засвоєння матеріалу та зекономити час.

**Мета роботи:** аналіз ефективності використання онлайн-форм у процесі опанування дисципліни «внутрішні хвороби» лікарями-інтернами першого року навчання за фахом «загальна практика — сімейна медицина».

**Матеріали та методи дослідження.** Проведено педагогічний експеримент із включенням 46 лікарів-інтернів першого року навчання за фахом «загальна практика — сімейна медицина», які займалися на кафедрі в період 2016–2017 років. Враховуючи, що максимальна кількість годин виділена для вивчення серцево-судинної патології, для аналізу засвоєння матеріалу використовували тему «Основні синдроми в кардіології». Зміст ситуаційних завдань відповідав програмі навчання та відображав найбільш значущі, важливі теми, вузлові проблеми.

Лікарі-інтерни випадковим способом були розподілені на 2 групи.

Під час аудиторної роботи 26 інтернів першої групи на власний смартфон отримали посилання, переходячи за яким з використанням мобільного Інтернету, мали відповісти на 30 питань у форматі ілюстрованих ситуаційних завдань, що були наведені в онлайн-формі. Час опитування не обмежувався, проводився хронометраж із зазначенням хвилин, що були витрачені на відповіді кожним із респондентів. Викладач у режимі онлайн мав можливість отримувати дані про кількість виконаних завдань. Після відправлення відповідей останнім представником групи, за допомогою

стандартних інструментів аналізу результатів опитування у власному акаунті «Google Forms» викладач виводив на великий аудиторний екран діаграми, що відображали, як саме на це питання відповіли учасники тестування. На наступному етапі проводилось обговорення кожного ситуаційного завдання з урахуванням тренду правильних / неправильних відповідей, при цьому до дискусії обов'язково залучалися лікарі-інтерни, які мали невірний результат за цим завданням. У цій частині дослідження також зазначали кількість отриманих правильних відповідей та час, що було витрачено викладачем на аналіз та обговорення результатів. У подальшому через 2 місяці після завершення заняття повторювали те ж саме тестування та знову реєстрували кількість вірно виконаних завдань для оцінювання «виживаності» знань.

У другій групі лікарів-інтернів на першому етапі проводили опитування з включенням тих самих 30 питань, але в традиційній формі на папері. Також визначали час, необхідний для завершення тестування. Після цього викладач перевіряв правильність виконання завдань з реєстрацією часу, витраченого на цей вид роботи. На наступному етапі перевірені роботи з помітками біля кожного завдання були роздані інтернам і проводилось обговорення кожного питання. Проте викладач не мав можливості приділити увагу невірним відповідям кожного, лікарі-інтерни також мали перед очима лише свої результати. Час обговорення вносився до протоколу дослідження. Через 2 місяці тестування повторювали, як і в першій групі.

Статистичну обробку проводили за допомогою пакету статистичних програм «Statistica 10.0» («StatSoft® Inc», США). Центральні тенденції описували як медіану та міжквартильний розмах у вигляді Me (25 % квартиль; 75 % квартиль). Якісні показники характеризували абсолютною кількістю та частками, що виражали у відсотках. За необхідністю розраховували 95 % довірчі інтервали (ДІ) відносної частоти. Відповідність кількісних даних нормальному розподілу визначали за критерієм Шапіро-Уїлка. Значущість відмінностей кількісних даних між двома незалежними групами визначали за критерієм Манна-Уїтні. Порівняння у залежних групах проводили за допомогою критерію Вілкоксона. Відносні величини аналізували, розраховуючи ДІ часток. Крім того, використовували критерій Мак-Немара для визначення значущості змін якісних показників у динаміці.

Результати та їх обговорення. Визначено, що час, витрачений на виконання завдань у кожній із груп, був зіставний: відповідно 43 (32; 51) та 47 (30; 50) хвилин. Однак у першій групі було виявлено значне скорочення періоду перевірки робіт викладачем та аналізу отриманих результатів. Так, у лікарів-інтернів першої групи, які відправляли результати з власних смартфонів, а викладач у той самий час в електронному кабінеті власного акаунту миттєво в режимі онлайн отримувач діаграми з даними по кожному з завдань, для аналізу та відображення результатів всіх 26 респондентів викладачу знадобилася лише 1 хвилина. На відміну від цього, для перевірки відповідей лікарів-інтернів другої групи на папері викладач витратив 37 хвилин (медіана часу для аналізу 1 роботи становила 1,4 (1,2; 1,8) хвилин). Отримана відмінність очікувана, проте необхідно зазначити, що вона є об'єктивним підтвердженням ергономічної ефективності використання онлайн-форм для контролю знань. Крім економії часу, логічно вказати на факт збереження витратних матеріалів, що були використані для підготовки бланків із завданнями. Тривалість обговорення результатів у двох групах не мала значущої різниці: 28 хвилин у першій і 32 хвилини у другій групі.

Особливої уваги заслуговує порівняння успішності вихідного опитування між групами та оцінка «вживаності» знань через 2 місяці. Частка лікарів-інтернів, які змогли поріг 70 % правильних відповідей на завдання, в першій групі при первинному випробуванні становила 61,5 % (ДІ 41,6–81,4), у другій — 65,0 % (ДІ 42,8–87,2). Медіани вірно виконаних завдань (із 30 можливих) виявилися рівними: 24 (22; 26) і 24 (22; 25) відповідно. Зважаючи, що нашою метою був не тільки контроль знань, а також підвищення рівня засвоєння матеріалу, велика увага приділялася розбору кожного питання за умови, що кожен з респондентів мав власні результати перед очима. Після проведення обговорення в першій групі лікарів-інтернів і наглядного представлення діаграм з відповідями на великому екрані та виділенням з масиву найбільш проблемних завдань, ми очікували отримати більш високий результат через 2 місяці. Наші сподівання виправдалися, відмінності в порівнянні з другою групою були значущими. Так, частка лікарів-інтернів з першої групи, які вірно відповіли на 70 % завдань, зросла з 61,5 % до 84,6 %. За критерієм Мак-Немара зростання було статистично значущим ( $p=0,006$ ). Результати у респондентів з другої групи також покращилися, але не були значущими:

частка інтернів, які змогли встановлений поріг, збільшилася на 10 % (за критерієм Мак-Немара  $p=0,3$ ). Аналогічні закономірності спостерігалися при аналізі медіан правильних відповідей: зареєстровано зростання з 24 (22; 26) до 27 (26; 29) в першій та з 24 (22; 25) до 25 (22; 25,5) у другій групі. Логічним вважаємо порівняння параметрів за критерієм Вілкоксона: була підтверджена значущість змін у першій групі ( $p<0,001$ ), а в другій мали лише тенденцію, результат не досягнув встановленої статистичної достовірності ( $p=0,1$ ).

Слід зазначити, що активізація навчальної функції онлайн-оцінювання може допомогти знизити стрес перед іншими формами контролю. Вона дозволяє інтернам своєчасно уточнити і повторити найбільш важливі аспекти навчального матеріалу, усунути «прогалини» в знаннях, отримати об'єктивну оцінку, проаналізувати власний приріст знань і, за бажанням, порівняти їх із знаннями інших. Вимоги завдання, умови його проведення та інтерпретація результатів однакові для всіх. Отже, суб'єктивна складова оцінювання зводиться до мінімуму, що дозволяє інтерну реально співвідносити свій успіх або неуспіх з доданими зусиллями, а не з суб'єктивною думкою або відношенням викладача. Тобто обґрунтоване використання онлайн-тестування допомагає майбутньому лікарю більш чітко орієнтуватися в навчальному матеріалі, мати об'єктивне уявлення про власні успіхи і промахи, своєчасно ліквідувати недоліки в підготовці.

**Висновки.** Онлайн-форма є не тільки зручним інструментом контролю знань, але й може вважатися засобом викладання.

Використання онлайн-форм дозволяє підвищити ефективність навчального процесу за рахунок, по-перше, зменшення часу, що витрачається на обробку результатів опитування, і, по-друге, поліпшення рівня засвоєння матеріалу та «вживаності» знань лікарів-інтернів за допомогою наочного представлення результатів вихідного випробування та предметної дискусії з проблемних питань.

Онлайн-опитування характеризується більшою об'єктивністю і, як наслідок, більш позитивним стимулюючим впливом на пізнавальну діяльність лікаря-інтерна.

У запропонованій методиці перевірка виконання ситуаційних завдань виконується централізовано, за єдиними критеріями, що дозволяє з достатньою підставою судити про загальний ступінь сформованості відповідних знань і навиків, виявляти типові

помилки і на цій основі корегувати та надалі вдосконалювати навчальний процес.

Поєднання онлайн-опитування як форми перевірки з традиційними засобами контролю, а також з самоконтролем може сприяти виробленню реальної системи об'єктивної оцінки знань і реалізації головного завдання освітнього процесу — формуванню міцних знань і забезпеченню високої якості підготовки майбутніх фахівців.

#### Література.

1. Ващенко В. Ю. Дистанционная форма обучения. История. Проблемы. Перспективы развития [Электронный ресурс] / В. Ю. Ващенко, В. А. Скляр, К. О. Козьяков // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. — 2009. — № 6Е. — Режим доступу : <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vsunud/2009-6E/Index.htm>.
2. Впровадження дистанційної освіти на кафедрі сімейної медицини і терапії / В. М. Ждан, М. Ю. Бабан, М. В. Ткаченко [та ін.] // Медична освіта. — 2017. — Т. 73, № 1. — С. 19–22.
3. Колесник М. Ю. Використання онлайн-форм для контролю знань лікарів-інтернів / М. Ю. Колесник, І. С. Качан // Сучасні підходи до вищої медичної освіти в Україні (з дистанційним під'єднанням VM(F) NZ України за допомогою відеоконференцзв'язку) : матеріали XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, присвяченої 60-річчю ТДМУ (Тернопіль, 18–19 травня 2017 р.). — Тернопіль : ТДМУ, 2017. — Т. 2. — С. 246–247.
4. Про затвердження Положення про дистанційне навчання : наказ Міністерства освіти і науки України від 25.04.2013 № 466 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. — Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>.
5. Рижов В. А. Моделі знань у системах дистанційного навчання / В. А. Рижов // Клінічна інформатика і телемедицина. — 2010. — № 7. — С. 133–139.
6. Nasiri F. Postgraduate research supervision at a distance: a review of challenges and strategies / F. Nasiri, F. Mafakheri // Studies in higher education. — 2015. — Vol. 40, No. 10. — P. 1962–1969.

#### References.

1. Vashchenko, V. Yu., Sklyarov, V. A., & Kozyakov, K. O. (2009). Distsionnaya forma obucheniya. Istoriya. Problemy. Perspektivy razvitiya [Distance learning. History. Problems. Development prospects]. Visnik Skhidnoukrains'kogo natsional'nogo universitetu imeni V. Dalya (Bulletin of the East Ukrainian National University named after V. Dal), 6E. Retrieved from: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/vsunud/2009-6E/Index.htm>.

2. Zhdan, V. M., Baban, M. Yu., Tkachenko, M. V., Volchenko, G. V., Kitura, Ye. M., Shilkina, L. M., & Lebid', V. G. (2017). Vprovadzhennya distantsiinoi osviti na kafedri simeinoi meditsini i terapii [Introduction of distance education at the Department of family medicine and therapy]. Medichna osvita (Medical education), 73(1), 19–22.
3. Kolesnik, M. Yu., Kachan, I. S. (2017). Viktoristannya onlain-form dlya kontrolyu znan' likariv-interniv [Using online forms to control the knowledge of interns]. In Suchasni pidkhodi do vishchoi medichnoi osviti v Ukraini (z distantsiinim pid'ednanniam VM(F)NZ Ukraini za dopomogoyu videokonferentszv'yazku) (Modern approaches to higher medical education in Ukraine (with remote connection of HM(F)EI of Ukraine through video conferencing)): materials of the XIV International Scientific and Practical Conference with international participation dedicated to the 60th anniversary of TSMU (Ternopil, May 18–19, 2017) (Vol. 2, pp. 246–247). Ternopil': TSMU.
4. Pro zatverdzhennya Polozhennya pro distantsiine navchannya [On approval of the Regulation on distance learning]: decree of the Ministry of Education and Science of Ukraine No. 466. (2013, April 25). Retrieved from The Verkhovna Rada of Ukraine website: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13>.
5. Rizhov, V. A. (2010). Modeli znan' u sistemakh distantsiinogo navchannya [Models of knowledge in distance learning systems]. Klinichna informatika i telemeditsina (Clinical informatics and telemedicine), 7, 133–139.
6. Nasiri, F., & Mafakheri, F. (2015). Postgraduate research supervision at a distance: a review of challenges and strategies. Studies in higher education, 40(10), 1962–1969. doi: [org/10.1080/03075079.2014.914906](https://doi.org/10.1080/03075079.2014.914906).

## ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ ПІДХОДІВ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ КЛІТИНИ

О. І. Рябуха

*Львівський медичний інститут*

Вивченню підлягають фотографії ультратонких зрізів досліджуваних біологічних тканин. Відповідно до методу визначення профілів спеціальних можливостей гормонопоетичних клітин, який ґрунтується на даних цитофізіології щодо функціонального значення окремих органел, та використовуючи елементи кластерного аналізу, органели поділяють на окремі групи (кластери) згідно з їх спеціалізацією в клітині. Застосовуючи принцип методу фазового інтервалу, будову і стан складових елементів кожного кластеру порівнюють з такими в аналогічних ультраструктурах у нормі і при досліджуваних відхиленнях від неї. Використовуючи метод напівкількісного аналізу електронogram, за шкалою градацій здійснюють цифрове оцінювання ступеня вираженості ознак у кожного елемента кластеру. Усереднені результати оцінювання складових елементів кластеру є підставою для встановлення певних взаємозалежностей між ними, які об'єктивізують шляхом кореляційного аналізу з побудовою внутрішньокластерних (внутрішньосистемних) кореляційних портретів. Як приклад наводиться порівняльне дослідження синтетичної спроможності фолікулярних тироцитів щитоподібної залози щурів, здійснене засобами загальноновживаного лінгвістичного опису та аналізу побудованого кореляційного портрета.

Запропонований підхід до вивчення гормонопоетичної клітини дозволяє встановлювати взаємозв'язки між органами не тільки в межах певного кластеру і констатувати особливості реалізації певного напрямку діяльності, а й проводити пошук потенційних і резервних можливостей клітини, істотно розширює уявлення про її функціональні можливості як базову основу життєдіяльності будь-якого біологічного об'єкта.

**Ключові слова:** математичні технології, клітина, щитоподібна залоза, фолікулярний тироцит.

## PERSPECTIVES OF APPLYING NEW APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION OF MATHEMATICAL TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF CELL ACTIVITY

O. I. Ryabukha

*Lviv Medical Institute*

Photographs of ultrathin sections of the studied tissues are subject to the research. According to the method of determining the profiles of specific capabilities of hormonopoietic cells, based on cytophysiology data on the functional values of individual organelles and using elements of the cluster analysis, organelles are divided into separate groups (clusters) in accordance with their specialization in the cell. While applying the method of semi-quantitative analysis of electronograms, the structure and condition of the constituent elements of each cluster are compared with those in analogous ultrastructures both in the normal range and in the studied deviations. While applying the method of semi-quantitative analysis of electronograms, grading scale performs a digital evaluation of the characteristics' severity of each cluster element. The averaged results of the cluster elements evaluation serve as the basis for establishing certain interdependencies between them, which are objectified by correlation analysis with the construction of intra-cluster (intra-system) correlation portraits. For instance, a comparative study of the synthetic capacity of follicular thyrocytes in the thyroid gland of rats is presented through the commonly used linguistic description and analysis of the constructed correlation portrait.

Suggested approach to the study of a hormonopoietic cell not only makes it possible to establish interconnections between organelles within a certain cluster and to note the peculiarities of the implementation of a certain activity direction, but also allows to search for potential and reserve capabilities of the cell, which, in its turn, significantly broadens the very idea of its functional capabilities as the basis of life of any biological object.

**Key words:** mathematical technologies, cell, thyroid gland, follicular thyrocyte.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ПОДХОДОВ К ВНЕДРЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛЕТКИ

О. И. Рябуха

*Львовский медицинский институт*

Изучению подлежат фотографии ультратонких срезов исследуемых биологических тканей. В соответствии с методом определения профилей специальных возможностей гормонопозитических клеток, основанным на данных цитофизиологии о функциональном значении отдельных органелл, и используя элементы кластерного анализа, органеллы разделяют на отдельные группы (кластеры) по их специализации в клетке. Применяя принцип метода фазового интервала, строение и состояние составляющих элементов каждого кластера сравнивают с таковыми у аналогичных ультраструктур в норме и при исследуемых отклонениях от неё. Используя метод полуколичественного анализа электронограмм, по шкале градаций осуществляют цифровое оценивание степени выраженности признаков у каждого элемента кластера. Усреднённые результаты оценивания составляющих элементов кластера являются основанием для установления определенных взаимозависимостей между ними, которые объективизируют путём корреляционного анализа с построением внутрикластерных (внутрисистемных) корреляционных портретов. В качестве примера приводится сравнительное исследование синтетической способности фолликулярных тироцитов щитовидной железы крыс, произведённое средствами общеупотребительного лингвистического описания и анализа построенного корреляционного портрета.

Предложенный подход к изучению гормонопозитической клетки позволяет устанавливать взаимосвязи между органеллами не только в пределах определенного кластера и констатировать особенности реализации определенного направления деятельности, но и проводить поиск потенциальных и резервных возможностей клетки, существенно расширяет представления о её функциональных возможностях как базовой основы жизнедеятельности любого биологического объекта.

**Ключевые слова:** математические технологии, клетка, щитовидная железа, фолликулярный тироцит.

**Вступ.** Впровадження математичних технологій у процес дослідження біологічних об'єктів, зокрема людського організму, набуває значного поширення [2, 3, 7, 16]. Нині медична наука потребує оновлення та збагачення арсеналу методів, якими вона послуговується: попри можливість, що відкриває використання сучасної діагностичної апаратури, засадничі підходи до досліджень значною мірою продовжують залишатися емпіричними. Вивчення стану та діяльності будь-якої біологічної системи, зокрема і клітини, відбувається переважно шляхом удосконалення вже існуючих діагностичних напрямків або методик дослідження [1]. Водночас встановлення закономірностей діяльності такої надскладної негентропійної біологічної системи, якою є клітина людського організму, потребує створення нових концепцій дослідження, зокрема розробки та впровадження сучасних експертних систем оцінювання змін її стану при впливові різних чинників [18].

Постановка проблеми. Запропоновану концепцію дослідження клітини доцільно базувати на кібернетичних уявленнях про клітину як саморегульовану систему. У такому випадку клітина будь-якого органу зазнає цілого масиву різноманітних впливів, які можна умовно поділити на такі основні групи: 1 — зовнішні впливи, 2 — внутрішні впливи,

зокрема впливи різних систем організму, 3 — впливи інших клітин того самого органу. При дії на клітину впливи можуть: а) взаємопідсилюватися, б) взаємоослаблюватися, в) реалізуватися незалежно та ізольовано один від одного. Важливою точкою прикладання їхньої дії в клітині є клітинні ультраструктури, що за сучасними уявленнями суворо спеціалізовані функціонально та реалізують тільки певний конкретний напрям діяльності клітини [4].

Зазнавши відповідних морфологічних змін, зумовлених природою та силою діючого впливу, клітинні ультраструктури змінюють свою активність. Це дозволяє визначати функціональну спроможність органели, аналізуючи її морфологічний стан. Оскільки клітина є полікомпонентною системою, той самий напрям її діяльності можуть реалізовувати кілька ультраструктур, причому впливи різної природи і сили можуть торкатися їх різною мірою. Логічно припустити, що результати дії чинників (які при різній природі чи силі мають однаковий напрям впливу), будучи скерованими на різні ультраструктури того самого напрямку (кластеру), можуть мати певні відмінності.

Матеріали та методи дослідження. Вивченню підлягали електронограми ультратонких зрізів досліджуваної біологічної тканини, що виготовляють

за загальноприйнятими методиками. Основні методи дослідження:

1. Напівкількісний аналіз електронограм [5]. Аналіз електронограм проводять відповідно до визначеного алгоритму. Оцінювання ступеня вираженості ознак здійснюють за допомогою графічних символів або бальної / відсоткової шкали (табл. 1). Відсутність ознаки оцінюють як 0 балів, незначну вираженість — як 1–2 бали, помірну — як 3 бали, нормальному значенню відповідає оцінка 4 бали. Збільшення кількості ультраструктур запропоновано оцінювати пропорційно до ступеня його вираженості в межах від 4 до 8 балів. Надалі отримані цифрові величини використовували для математичного оброблення.
2. Математична статистика [14]. Цифрові значення результатів досліджень обробляли з визначенням — середнього арифметичного показника та  $m$  — стандартної похибки середнього арифметичного показника, що розраховували за загальнозживаними формулами. Результати представлено у вигляді симетричного довірчого інтервалу  $\pm m$ .
3. Метод фазового інтервалу [8]. Відповідно до засадничих положень цього методу визначення фактичної належності біологічного об'єкту до того чи іншого стану, в якому може перебувати біологічна система, можливе через обчислення віддалі між двома точками у фазовому просторі. У такому випадку розглядається евклідов простір, кожна координата якого відповідає одному з параметрів стану досліджуваного біологічного об'єкту, тоді як кожна точка фазового простору відповідає його певному стану. Ідентифікація фактичного стану досліджуваної системи відбувалася через співставлення її параметрів з показниками двох діаметрально протилежних контролів, що можна позначити як норму та певну хворобу, яка підлягає вивченню / коригуванню.
4. Кореляційний аналіз [14]. Метод кореляційного аналізу застосовують для встановлення наявності взаємозв'язків між досліджуваними елементами системи та вивчення їх характеру. Клітину вважають складною негентропійною системою, підсистемою якої є певний досліджуваний напрямок її діяльності. Для з'ясування наявності зв'язків між складовими елементами та характеристики їхньої сили та напрямку визначають коефіцієнти парної кореляції, що розраховують за формулою Пірсона. Позитивне значення коефіцієнта парної кореляції свідчить про однаковий напрям змін досліджуваного показника, негативне — про те, що зі збільшенням одного з показників пов'язаний із ним інший показник зменшується; значення  $r_{xy}=1,0$  вказує на існування прямо пропорційного зв'язку між показниками  $x$  та  $y$ ,  $r_{xy}=-1,0$  — обернено пропорційного. У структурній організації взаємовідношень між показниками найбільш значущими вважають дуже міцні та міцні зв'язки, що за шкалою кореляції Чеддока перебувають відповідно в межах  $1,0 \geq r_{xy} > 0,9$  та  $0,9 \geq r_{xy} > 0,7$ ; у разі відсутності таких зв'язків враховують помітні зв'язки  $0,7 \geq r_{xy} > 0,5$  та помірні зв'язки ( $0,5 \geq r_{xy} > 0,3$ ).
5. Метод визначення профілів спеціальних можливостей гормонопотетичних клітин [6, 11]. Якщо певний напрям діяльності гормонопотетичної клітини (синтез, секреція, транспортування виробленого гормонального продукту по інтраорганному мікрокапілярному руслу, енергетичне забезпечення цих процесів) кваліфікувати як «можливість», то наслідком такої квантифікації є створення профілів відповідних можливостей, реалізація яких забезпечується певними ультраструктурними елементами.  
Для аналізу діяльності профілю певної спеціальної можливості всім ознакам кожного ультраструктурного елемента профілю присвоюють відповідний символ з подальшим оцінюванням у цифровому еквіваленті відповідно до рекомендацій методу напівкількісного аналізу електронограм. Метод може бути адаптованим для дослідження діяльності також і клітин негормонального ряду.  
Результати та їх обговорення. Для поглибленого дослідження певного напрямку діяльності клітини, кваліфікованого нами як можливість, визначали окремі сукупності клітинних ультраструктурних елементів, що його реалізують. Таким чином, відбувається формування кластеру — профілю певної можливості.  
Ступінь проявів кожної ознаки клітинних ультраструктур досліджуваної можливості визначають порівнянням їх з такими в двох еталонах, якими є зрізи досліджуваної тканини в нормі та при певній нелікованій патології. Цифрове оцінювання стану ультраструктурних елементів профілю

здійснювали за розробленою нами цифровою шкалою (табл. 1).

Таблиця 1

**Шкала оцінювання вираженості ознак при напівкількісному аналізі електронограм**

Ступінь вираженості ознаки	Графічний символ	Цифрова оцінка	
		бали	%
Відсутній	—	0	0
Слабкий	+	1	25
Помірний	++	2	50
Значний	+++	3	75
Дуже значний (максимальний)	++++	4	100

Отримані цифрові дані підлягають подальшому усередненню та кореляційному аналізу. При такому підході об'єктом дослідження є клітина, а його предметом — зміни її морфофункціонального стану при різних впливах [17]. На підставі отриманих даних у межах досліджуваного профілю здійснюють побудову внутрішньосистемних кореляційних портретів, які є графічним відображенням встановлених кореляційних зв'язків. Аналіз кореляційних портретів передбачає інтерпретацію отриманих відомостей про морфофункціональний стан кожної з досліджуваних ультраструктур кластеру та зв'язки між ними, узагальнену характеристику портрета як цілісної структури, встановлення наближеності портрета до характеристик стану норми чи певної досліджуваної патології. Використання кореляційних портретів дає змогу порівнювати наслідки різних впливів на основоположні аспекти діяльності клітини. Інтерпретуючи дані, отримані під час аналізу кореляційних портретів, ми спираємося на загальні поняття про біологічні системи та підходи до їх вивчення в нормі і патології, відповідно до яких будь-яка система характеризується властивостями своїх елементів і ступенем їх проявів та типом і щільністю зв'язків між елементами системи [1].

Понятійний апарат дослідження внутрішньосистемних кореляційних портретів профілів можливостей передбачає теоретичне визначення функціонально значимих для реалізації досліджуваного напрямку «опорних» ознак, які є спільними для всіх кореляційних портретів профілю досліджуваної можливості, практичне встановлення «фактичних» ознак, які є індивідуальними для кожного кореляційного портрета, «вузлових точок» як скупчень кореляційних зв'язків, що притаманні певному кореляційному портрету. Це дає змогу узагальнювати, індивідуалізувати дослідження та

розширювати ареал пошуку тих закономірностей у діяльності клітини, на які вказують взаємозв'язки і взаємозумовленості між складовими елементами кожного досліджуваного профілю.

Інформативність запропонованого нами математичного підходу до вивчення клітини та перспективи його використання унаочнюємо прикладом дослідження базового елемента щитоподібної залози — фолікулярного тироцита. Синтетичні можливості фолікулярних тироцитів білих безпородних щурів-самців досліджено в модельних умовах функціонального гіпертиреозу, викликаного пероральним прийманням тиреоїдину, із застосуванням традиційного вивчення електронограм шляхом лінгвістичного опису та запропонованого нами підходу з аналізом побудованого внутрішньосистемного кореляційного портрета профілю синтетичних можливостей (табл. 2, рис. 1, 2).

Відповідно до даних лінгвістичного опису візуальний аналіз особливостей ультраструктурних складових профілю синтетичних можливостей фолікулярних тироцитів дав змогу встановити, що в цитоплазмі клітин був суттєво зменшений загальний вміст елементів гранулярного ретикулуму; кількість рибосом на його мембранах була зменшеною. Вміст вільних рибосом і полісом у цитоплазмі був значно зменшеним. Комплекс Гольджі був сформований з плоских ламел та порожнин. Електронна щільність цитоплазми тироцитів була помірно збільшеною. Описана картина може свідчити про значні утруднення при здійсненні інтра tiroцитарних процесів білкового синтезу та вироблення специфічного гормонального продукту.

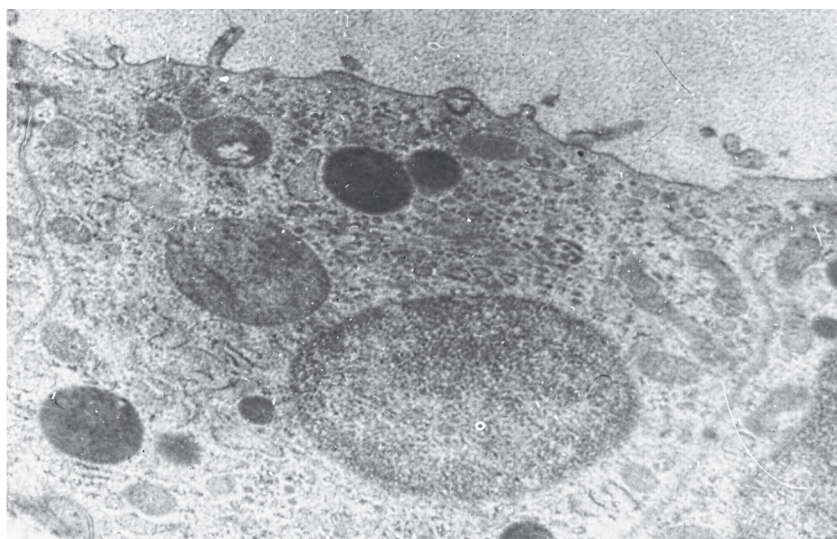
Дослідження *кореляційного портрета* показало, що фактичними ознаками стану ультраструктурних елементів тироцитів, які були задіяні у його побудові, були В1, J2, J3, J4, J5, К1, К2, L1, L2, L3; вузловими точками портрета були J2, J5, К1, К2, L3. Усього простежено 20 кореляційних зв'язків: дуже міцні ( $1,0 \geq |r| > 0,9$ ) — 7 (з них 2 непрямі); міцні — 0; помітні ( $0,7 \geq |r| \geq 0,5$ ) — 13 (з них 6 непрямих). Загалом архітектоніка портрета характеризувалася стійкістю та ригідністю; певну здатність до змін їй можуть забезпечити 8 непрямих зв'язків.

Аналіз особливостей портрета показав виразну взаємозалежність розширених субструктур гранулярного цитоплазматичного ретикулуму (J3) і зменшеної кількості рибосом на його мембранах (J4) та помірної кількості зв'язаних рибосом (J5) і достатньої кількості вільних рибосом (К2): в обох випадках простежено дуже міцні

Таблиця 2

## Профіль синтетичних можливостей фолікулярних тироцитів

Ультраструктурний елемент	Досліджувана ознака ультраструктурного елемента	Якість ознаки досліджуваного ультраструктурного елемента	Умовна позначка ознаки досліджуваного ультраструктурного елемента
Цитоплазма	Електронна щільність	Незначна	B1
		Помірна	B2
		Значна	B3
Гранулярний цитоплазматичний ретикулум	Будова складових елементів	Звужена	J1
		Нормальна	J2
		Розширена	J3
	Кількість рибосом на мембранах	Незначна	J4
		Помірна	J5
		Збільшена	J6
Вільні рибосоми та полісоми	Кількість	Незначна	K1
		Помірна	K2
		Значна	K3
Комплекс Гольджі	Будова складових елементів	Звужена	L1
		Нормальна	L2
		Розширена	L3

Рис. 1. Фолікулярний тироцит щитоподібної залози щура в модельних умовах функціонального гіпертиреозу  
6000

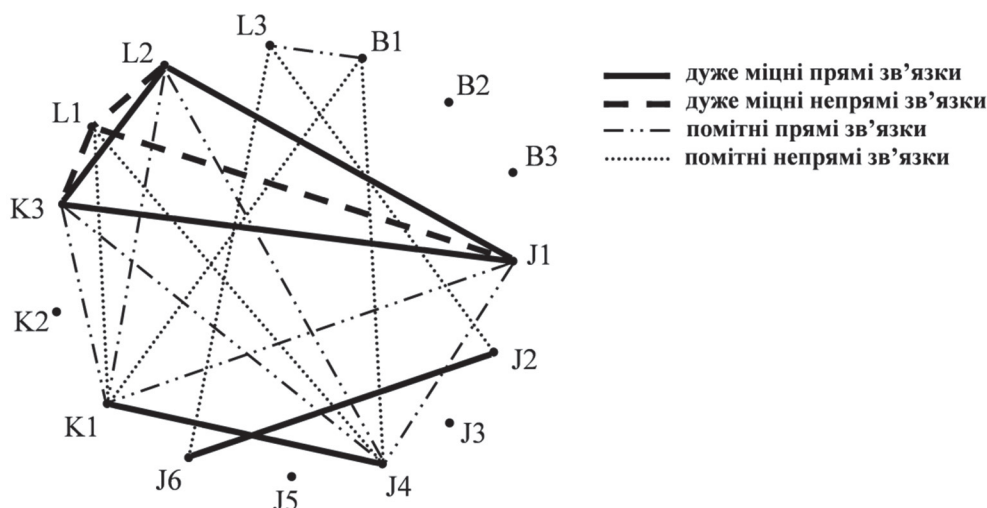


Рис. 2. Графічне зображення кореляційного портрета профілю синтетичних можливостей фолікулярних тироцитів щитоподібних залоз щурів у модельних умовах функціонального гіпертиреозу

кореляційні зв'язки. Помірно виражені субструктури гранулярного цитоплазматичного ретикулуму (J2) були дуже міцно пов'язані зі зменшеною кількістю вільних рибосом (K1) і розширеними субструктурами комплексу Гольджі (L3). Останні (розширені субструктури комплексу Гольджі) також були дуже міцно пов'язані зі зменшеною кількістю зв'язаних рибосом (K1). На нашу думку, такі особливості внутрішньоклітинних зв'язків можуть бути проявом не тільки порушення синтетичної спроможності тироцита, але і його пристосування до функціонування в умовах гіпертиреозу. Наявна дисоціація між станами основних протеїнсинтезувальних ультраструктур, яка полягала в дуже міцному непрямому зв'язку між нормальними будовами субструктур гранулярного цитоплазматичного ретикулуму (J2) та комплексу Гольджі (L2), підтверджує різницю в їх ролях у процесі гормонопоезу. Дуже міцний непрямої зв'язок зменшеної кількості вільних рибосом (K1) та нормальної будови субструктур комплексу Гольджі (L2) не тільки свідчить про велике значення цих ультраструктур для нормального перебігу процесів білкового синтезу, але і вказує на наявність порушення гормонопоезу.

В обговорюваному кореляційному портреті профілю синтетичної можливості фолікулярних тироцитів привертає увагу відсутність міцних зв'язків. Це зумовило необхідність аналізу зв'язків меншої сили. Із 13 проаналізованих помітних зв'язків найбільша кількість була пов'язана зі зв'язаними та вільними рибосомами. Водночас простежено зв'язки між помірною кількістю зв'язаних

рибосом (J5), нормальною будовою субструктур гранулярного цитоплазматичного ретикулуму (J2), розширеними елементами комплексу Гольджі (L3) та зменшеною кількістю вільних рибосом (K1), що можуть підтверджувати як взаємозумовленість дії зв'язаних рибосом та гранулярного цитоплазматичного ретикулуму, так і відмінності щодо функціонального значення вільних і зв'язаних рибосом. Простежені помітні зв'язки достатньої кількості вільних рибосом і полісом (K2) з нормальною будовою субструктур гранулярного цитоплазматичного ретикулуму (J2) та розширеною будовою субструктур комплексу Гольджі, а також зв'язок такої ж сили між зменшеною і достатньою кількістю вільних рибосом (відповідно K1, K2) вказують на наявність утруднень у реалізації синтетичної діяльності тироцита. Це підтверджує і помітний прямий зв'язок, установлений між звуженими субструктурами комплексу Гольджі (L1) і незначною електронною щільністю цитоплазми (B1).

Отже, впровадження математичних технологій у морфологічні дослідження дає змогу суттєво розширити можливості при встановленні як закономірностей, так і особливостей функціонування клітин у нормі та патології. Навіть у несприятливих умовах гормональний синтез є важливим напрямком діяльності тироцита, свідченням чого є значна кількість кореляційних зв'язків між ультраструктурами профілю, що логічно інтерпретувати не тільки як ознаки функціональної активності чи напруження, але і як прояв пристосувальних механізмів, призначених реалізовувати синтетичну діяльність тироцита в умовах, які її порушують.

Прикладом таких механізмів із забезпечення специфічної діяльності тироцита в умовах підвищеного функціонального напруження ми можемо вважати кореляційні зв'язки між протеїносинтезувальними ультраструктурами з різним ступенем їх функціональної активності [10, 13].

Такий погляд на вивчення гормонопоетичної клітини дає змогу встановлювати взаємозв'язки між органелами не тільки у межах певного кластеру та констатувати особливості реалізації певного напрямку діяльності, але й проводити пошук потенційних і резервних можливостей клітини, що суттєво розширює уявлення щодо її функціональних можливостей як базисної основи життєдіяльності будь-якого біологічного об'єкту.

### Висновки.

1. Запропонований підхід до цитоморфологічних досліджень можна вважати варіантом гібридної дослідницької системи, оскільки формалізація отриманих відомостей передбачає застосування пакета взаємопов'язаних методів (кластерний і кореляційний аналіз, методи фазового інтервалу і математичної статистики, напівкількісний аналіз електроннограм, визначення профілів спеціальних можливостей). Це дає змогу отримані якісні показники (мало — більше — багато, вузько — ширше — широко, тощо) трансформувати у кількісні з можливістю подальшого об'єктивізування отриманих результатів. Важливою особливістю запропонованого є відсутність строгої детермінованості, яка не притаманна біологічним об'єктам, що кореспондується із сучасними підходами до створення експертних систем [9, 15, 19].
  2. Дослідження особливостей морфофізіології клітини, здійснене з позицій її пріоритетної саморегуляції, при побудові внутрішньосистемних кореляційних портретів дозволяє аналізувати зв'язки між клітинними ультраструктурами (їх наявність, напрямок, силу), що суттєво розширює можливості цитофізіології як науки і поглиблює уявлення про функціонування клітини в різних станах і умовах.
  3. Практичне застосування побудови внутрішньосистемних кореляційних портретів, здійснене з позицій уявлень про клітину як складну саморегульовальну систему, в якій точкою прикладання дії різних чинників, що мають однаковий напрям впливу, є різні органели однієї функціональної спеціалізації, дає змогу при
4. Побудова кореляційних портретів профілів кожної з досліджуваних можливостей та їх подальший аналіз дає змогу простежувати внутрішньосистемні зв'язки між ультраструктурами профілю, які пов'язані спільною діяльністю, при різних станах клітини, що сприяє глибшому дослідженню їх взаємозалежності та більш повній характеристиці у цих напрямках під впливом різних чинників в різних умовах життєдіяльності. У такому випадку кореляційний портрет набуває значення полікомпонентної поліваріантної експертної системи.
  5. Запропонований підхід до вивчення діяльності біологічної системи на базовому (органело-клітинному) рівні її функціонування дає змогу побудови внутрішньосистемних кореляційних портретів профілів можливостей клітин та встановлення міжсистемних зв'язків між профілями різних можливостей, що не тільки об'єктивізує стан досліджуваної клітини на момент її вивчення, але й дає змогу визначити її потенційні і резервні можливості.

### Література.

1. Автандилов Г. Г. Основы количественной патологической анатомии / Г. Г. Автандилов. — М. : АМЛ, 2002. — 240 с.
2. Гублер Е. В. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е. В. Гублер, А. А. Генкин. — Л. : Медицина, 1973. — 143 с.
3. Застосування кореляційного портрету в диференційній діагностиці захворювань серцево-судинної, легеневої та нервової систем / Д. В. Вакуленко, Л. О. Вакуленко, Н. О. Кравець [та ін.] // Медична інформатика та інженерія. — 2017. — № 2. — С. 4–8.
4. Луценко М. Т. Цитофизиология : руководство / М. Т. Луценко. — Новосибирск; Благовещенск : СО РАМН, 2011. — 216 с.
5. Метод напівкількісного аналізу електроннограм за Рябухою О. І. : авторське свідоцтво ДААСП України ПА № 2769; зареєстр. 16.02.2000 / О. І. Рябуха // Каталог державної реєстрації. — 2000. — Вип. 4. — С. 11.
6. Метод Рябухи О. І. Визначення профілів спеціальних можливостей гормонпоетичних клітин : авторське свідоцтво ДДІВ України № 7966; зареєстр. 15.07.2003 / О. І. Рябуха // Авторське право і суміжні права. — 2003. — Вип. 4. ¼ С. 72.

7. Мінцер О. П. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / О. П. Мінцер, Ю. В. Вороненко, В. В. Власов. — К. : Вища школа, 2003. — 350 с.
8. Основные виды врачебной логики / Е. В. Плащевая, В. А. Смирнов, Н. В. Нигей, В. А. Лысак // Пособие для практических занятий по медицинской информатике : учебное пособие. — Благовещенск : АГМА, 2014. — С. 176.
9. Ротштейн А. П. Медицинская диагностика на нечёткой логике / А. П. Ротштейн. — Винница : Континент-Прим, 1996. — 132 с.
10. Рябуха О. І. Дослідження синтетичної діяльності фолікулярних тироцитів при прийманні неорганічного йоду в умовах аліментарного йододефіциту / О. І. Рябуха // Вісник проблем біології і медицини. — 2017. — Вип. 4, Т. 3, № 141. — С. 218–223.
11. Рябуха О. І. Об'єктивізація морфофункціонального стану тироцита шляхом визначення профілів його спеціальних можливостей / О. І. Рябуха // Тавричеський медико-біологічний вестник. — 2006. — Т. 9, № 3, Ч. 3. — С. 156–158.
12. Рябуха О. І. Ультраструктурні особливості синтетичної діяльності фолікулярних тироцитів при прийманні органічного йоду в умовах аліментарного йододефіциту / О. І. Рябуха // Вісник проблем біології і медицини. — 2017. — Вип. 4, Т. 2, № 140. — С. 134–139.
13. Славин М. Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях / М. Б. Славин. — М. : Медицина, 1989. — 302 с.
14. Сявавко М. Математичне моделювання за умов невизначеності / М. Сявавко, О. Рибицька. — Львів : Українські технології, 2000. — 319 с.
15. Murray J. D. Mathematical biology II: spatial models and biomedical applications (interdisciplinary applied mathematics) / J. D. Murray. — N. Y. : Springer, 2003. — 3rd ed. — Vol. 18. — 811 p.
16. Riabukha O. Application of new information technologies for the study of cell activity / O. Riabukha // The XI International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH' 2015) (2–6 September, 2015, Lviv — Polyana, Ukraine) [IEEE Cat. No. CFP1564A-PRT]. — 2015. — P. 69–71.
17. Waterman D. A. A guide to expert systems / D. A. Waterman. — N. Y. : Addison-Wesley, 1986. — 419 p.
18. Zadeh L. A. The roles of fuzzy logic and soft computing in the conception, design and deployment of intelligent systems / L. A. Zadeh // BT Technology Journal. — 1994. — Vol. 14, No. 4. — P. 32–36.

## References.

1. Avtandilov, G. G. (2002). *Osnovy kolichestvennoi patologicheskoi anatomii* [Basis of quantitative pathological anatomy]. Moscow: AML.
2. Gubler, E. V., & Genkin, A. A. (1973). *Primenenie neparametricheskikh kriteriev statistiki v medikobioologicheskikh issledovaniyakh* [Application of nonparametric statistical criteria in biomedical researches]. Leningrad: Meditsina (Medicine).
3. Vakulenko, D. V., Vakulenko, L. O., Kravets, N. O., Kutakova, O. V., Sverstyuk, A. S., & Lesiv, V. V. (2017). *Zastosuvannya korelyatsiinoho portretu v diferentsiinii diahnostitsi zakhvoryuvan' sertsevo-sudinnoi, legenevoi ta nervovoi sistem* [Application of correlation portrait in the differential diagnosis of cardiovascular, pulmonary and nervous diseases]. *Medichna informatika ta inzheneriya* (Medical informatics and engineering), 2, 4–8. doi: org/10.11603/mie.1996-1960.2017.2.7888.
4. Lutsenko, M. T. (2011). *Tsitofiziologiya* [Cytophysiology]: a guide. Novosibirsk; Blagoveshchensk: SB RAMS.
5. Riabukha, O. I. (2000). *Metod napivkil'kisnogo analizu elektronogram za Riabukhoyu O. I.* [Method of semi-quantitative analysis of electronograms according to Riabukha O. I.]: certificate of authorship SACRR of Ukraine PA No. 2769. (2000, February 16). *Katalog derzhavnoi reestratsii* (Catalog of state registration), 4, 11.
6. Riabukha, O. I. (2003). *Metod Riabukhi O. I. Viznachennya profiliv spetsial'nikh mozhlivostei gormonpoetichnikh klitin* [Method by Riabukha O. I. for specifying the profiles of special capabilities of hormonopoeitic cells]: certificate of authorship SIPS of Ukraine PA No. 7966. (2003, July 15). *Avtors'ke pravo i sumizhni prava* (Copyright and related rights), 4, 72.
7. Mintser, O. P., Voronenko, Yu. V., & Vlasov, V. V. (2003). *Obroblennya klinichnikh i eksperimental'nikh danikh u meditsini* [Processing of clinical and experimental data in medicine]: textbook for students of higher education institutions. Kyiv: Vishcha shkola (High school).
8. Plashcheyaya, E. V., Smirnov, V. A., Nigei, N. V., & Lysak, V. A. (2014). *Osnovnye vidy vrachebnoi logiki* [The main types of medical logic]. In *Posobie dlya prakticheskikh zanyatii po meditsinskoi informatike* [Textbook for practical training in medical informatics] (p. 176). Blagoveshchensk: AGMA.
9. Rotshtein, A. P. (1996). *Meditsinskaya diagnostika na nechetskoi logike* [Medical diagnostics under fuzzy logic]. Vinnitsa: Kontinent-Prim.
10. Riabukha, O. I. (2017). *Doslidzhennya sintetychnoi diyal'nosti folikulyarnikh tirotsitiv pry priimanni neorganichnogo iodu v umovakh alimentarnogo iododefitsitu* [Study of the follicular thyrocytes' synthetic activity while taking inorganic iodine under conditions of alimentary iodine deficiency]. *Visnik problem biologii i meditsini* (Bulletin of problems

- in biology and medicine), 3(141), 218–223, doi: 10.29254/2077-4214-2017-4-3-141-218-223.
11. Riabukha, O. I. (2006). Ob'ektivizatsiya morfofunktsional'nogo stanu tirotsita shlyakhom viznachennya profiliv iogo spetsial'nikh mozhlivostei [Objectivization of morphofunctional conditions of the thyrocyt along the definition of structures of its special opportunities]. *Tavrisheskii medico-biologicheskii vestnik (Tavrishesky medico-biological bulletin)*, 9(3/3), 156–158.
  12. Riabukha, O. I. (2017). Ul'trastrukturni osoblivosti sintetichnoi diyal'nosti folikulyarnikh tirotsitiv pri priimanni organichnogo iodu v umovakh alimentarnogo iododefitsitu [Ultrastructural features of the follicular thyrocytes' synthetic activity while taking organic iodine under conditions of alimentary iodine deficiency]. *Visnik problem biologii i meditsini (Bulletin of problems in biology and medicine)*, 2(140), 134–139.
  13. Slavin, M. B. (1989). *Metody sistemnogo analiza v meditsinskikh issledovaniyakh [Methods of system analysis in medical researches]*. Moscow: Meditsina (Medicine).
  14. Syavavko, M., & Ribits'ka, O. (2000). *Matematichne modelyuvannya za umov nevznachenosti [Mathematical modeling in conditions of uncertainty]*. L'viv: Ukrains'ki Tekhnologii (Ukrainian Technology).
  15. Murray, J. D. (2003). *Mathematical biology II: spatial models and biomedical applications (interdisciplinary applied mathematics)*. 3rd ed. Vol. 18. N. Y.: Springer.
  16. Riabukha, O. (2015). Application of new information technologies for the study of cell activity. In *The XI International Conference (MEMSTECH' 2015) (2–6 September, 2015, Lviv — Polyana, Ukraine) [IEEE Cat. No. CFP1564A-PRT]* (pp. 69–71).
  17. Waterman, D. A. (1986). *A guide to expert systems*. N. Y.: Addison-Wesley.
  18. Zadeh, L. A. (1994). The roles of fuzzy logic and soft computing in the conception, design and deployment of intelligent systems. *BT Technology Journal*, 14(4), 32–36.

## ІНФОРМАЦІЙНЕ ПОВІДОМЛЕННЯ

DOI: <http://dx.doi.org/10.11603/mie.1996-1960.2018.1.8895>

### ТЕХНОЛОГІЯ «ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ» У СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ МЕДИЧНИХ ВИДАННЯХ

**В. Савченко**

*Інтернет платформа Accemedin.com*

Друковані видання є окремим напрямом для використання технології доповненої реальності. В пресі ці технології знайшли своє місце в поданні актуальних новин з місця подій, інтерв'ю, в рекламних технологіях тощо. Проте сьогодні жодний медичний журнал у світі не використовує доповнену реальність, і тільки видання Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика та НАМН України вперше починають програму застосування доповненої реальності для своїх матеріалів.

**Ключові слова:** інформаційні технології, освіта, доповнена реальність, augmented reality.

### TECHNOLOGY OF «ADDITIONAL REALITY» IN SPECIALIZED MEDICAL EDITIONS

**V. Savchenko**

*Online platform Accemedin.com*

Printed publications are a separate direction for using the technology of augmented reality. In the press, these technologies have found their place in presenting relevant news from the scene, interviews, in advertising technologies and the like. However, today no medical journal in the world uses the augmented reality, and only the editions of the Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education and NAMS of Ukraine for the first time start the program of applying augmented reality for their materials.

**Key words:** information technology, education, augmented reality.

### ТЕХНОЛОГИЯ «ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ» В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДАНИЯХ

**В. Савченко**

*Інтернет платформа Accemedin.com*

Печатные издания являются отдельным направлением для использования технологии дополненной реальности. В прессе эти технологии нашли свое место в представлении актуальных новостей с места событий, интервью, в рекламных технологиях и тому подобное. Однако сегодня ни один медицинский журнал в мире не использует дополненную реальность, и только издания Национальной медицинской академии последипломного образования имени П. Л. Шупика и НАМН Украины впервые начинают программу применения дополненной реальности для своих материалов.

**Ключевые слова:** информационные технологии, образование, дополненная реальность, augmented reality.

**Вступ.** Усім відомий консерватизм освітньої медичної системи, і це стосується не тільки України. Багато викладачів і керівників освітніх програм віддають перевагу традиційним методикам та не дуже поспішають змінюватись у контексті набуття лікарями необхідної кваліфікації.

Однак класичні моделі медичної освіти перестають бути ефективними в сучасних умовах прискорення інформаційних потоків, соціально-економічних змін і все більшого дефіциту часу при високій конкуренції. Засоби та методи, що раніше дозволяли опанувати спеціальність або підвищити кваліфікацію, втрачають актуальність. З одного боку, вони не забезпечують вчасне надання цільової інформації та не вирішують проблеми динамічного відслідковування помилок і похибок у системі практичного застосування отриманих знань. З іншого – через появу віддалених сервісів і комунікацій дістатися до місця навчання стає довго та дорого.

**Результати та їх обговорення.** Бурхливий розвиток інформаційних технологій дав поштовх модернізації освітньої системи загалом і в медицині зокрема. Активна діяльність інтернаціональних ІТ-компаній, на фоні постійного дефіциту необхідних кваліфікованих кадрів, привела до втілення цілої низки проектів із залученням користувачів Інтернет-ресурсів. Навчання відбувається не за традиційними університетськими програмами, а за допомогою нових онлайн-форматів. ХХ століття ознаменувалося появою програм, що змогли алгоритмізувати та систематизувати терабайти інформації з різних джерел. Але навіть у такому вигляді її сприйняття є дуже важким і трудомістким процесом. Тому ХХІ століття стає епохою адаптації та переведення масивів інформації у прості, доступні для сприйняття візуальні об'єкти. Саме на цьому й побудована технологія доповненої реальності.

Доповнена реальність (англ. augmented reality, AR) — термін, що позначає всі проекти, спрямовані на доповнення реальності будь-якими віртуальними елементами. Існує кілька визначень доповненої реальності, але одним із найбільш коректних вважається визначення дослідника Рональда Азума (Ronald Azuma), який визначив доповнену реальність як систему, що: поєднує віртуальне і реальне, взаємодіє в реальному часі та працює з 3D-технологіями.

Доповнена реальність все більше входить у повсякденне життя. Завдяки розвитку мобільних комунікацій і з появою нових гаджетів (окулярів,

шоломів доповненої реальності тощо) технологія набуває поширення і в професійних сферах.

Особливо перспективним є застосування AR у високотехнологічній медицині. На сьогодні розроблено роботизовані малоінвазивні системи, що за допомогою програмного забезпечення дозволяють проводити оперативні втручання на мікрорівні. Лікар вдягає шолом віртуальної реальності та може бачити об'ємні зображення у збільшенні, вивчати анатомічні структури і точніше діагностувати різноманітні захворювання та патологічні стани.

**Друківані видання є окремим напрямом для використання технології доповненої реальності. В пресі ці технології знайшли своє місце в поданні актуальних новин із місця подій, інтерв'ю, в рекламних технологіях тощо. Проте сьогодні жодний медичний журнал у світі не використовує доповнену реальність, і тільки видання Національної медичної академії післядипломної освіти імені П. Л. Шупика та НАМН України вперше починають програму застосування доповненої реальності для своїх матеріалів.**

Медичні підручники, журнали, методичні розробки, в яких детально описано симптоми та прояви різноманітних захворювань, оперативні втручання, — найближчим часом будуть доповнені якісними тривимірними зображеннями та відео-контентом. Лікар зможе за допомогою смартфона не тільки прочитати про патологію, не лише побачити звичайне фото, а й відтворити відео процесу діагностики або лікування, розглянути зображення в об'ємному тривимірному вигляді.

**Висновок.** Технологія AR працює за дуже простим алгоритмом. Отже, для її використання на своєму смартфоні необхідно зробити такі кроки:

1. Завантажити програму Accemedin AR на свій смартфон. Її можна самостійно знайти на сайтах AppStore (для приладів, що працюють на операційній системі iOS) і Google Play (для приладів, що працюють на операційній системі Android), або — сканувати QR-код і перейти за посиланням.
2. Перед запуском програми необхідно переконатися, що на смартфоні працює камера.
3. Навести камеру на об'єкт із позначкою «AR» і продивіться інформацію у доповненій реальності.



# Доповнена реальність на Вашому смартфоні

## Знайомтеся з новими інформаційними технологіями для безперервного професійного розвитку лікарів!

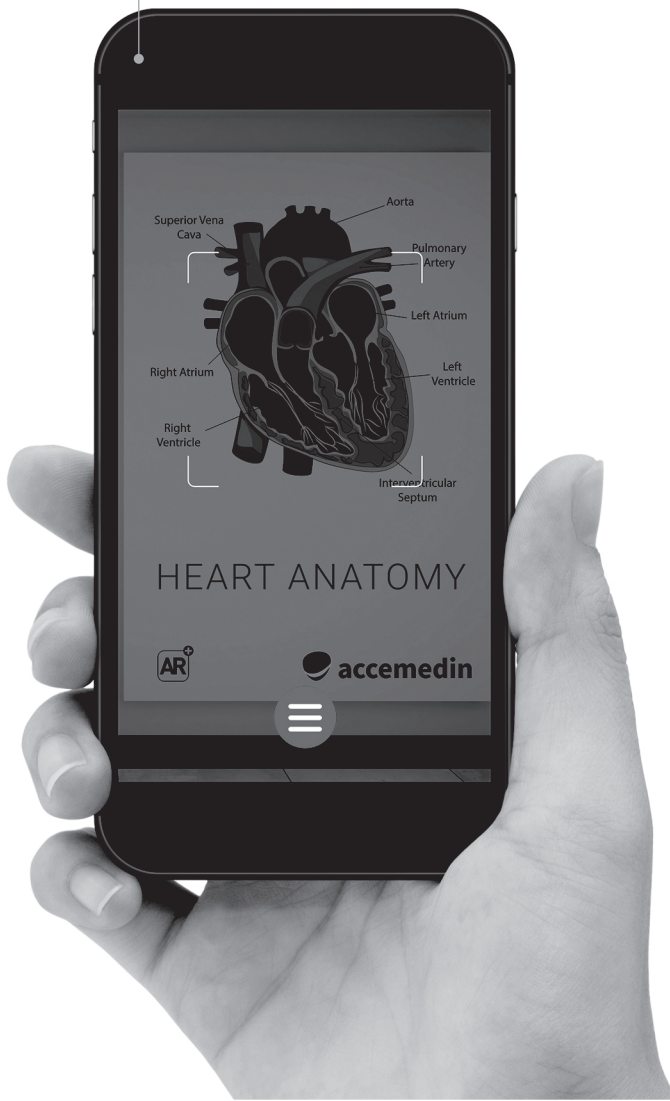
Доповнена реальність (технологія augmented reality, AR) –  
вже сьогодні у професійних медичних виданнях  
Національної академії медичних наук України.

Після завантаження на Ваш смартфон додатку Accemedin AR знайдіть об'єкт (фото,  
зображення, текст, таблиця), що позначений логотипом Accemedin AR або літерами AR



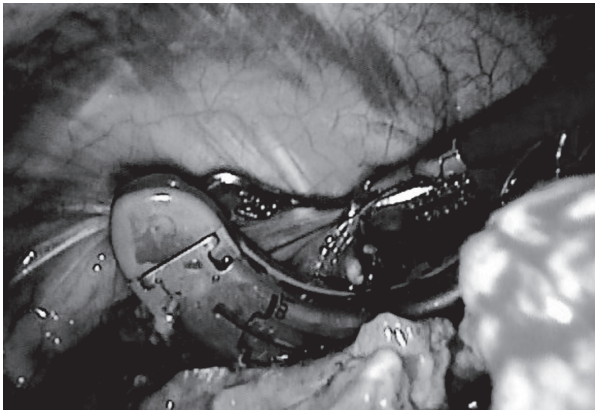
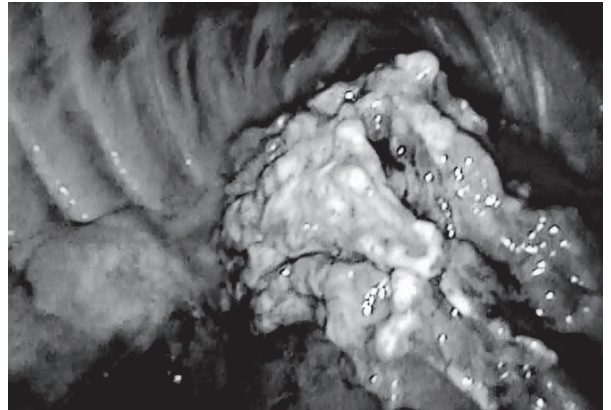
Переконайтеся в тому, що зображення  
об'єкта з позначкою AR повністю  
відображається на екрані смартфона,  
освітлення достатнє для сканування

Зробіть сканування об'єкта – і відкрийте  
для себе додаткові можливості в  
отриманні медичної інформації на екрані  
Вашого смартфона



## РІДКІСНИЙ ВИПАДОК ПОЄДНАННЯ ДИФУЗНОЇ ОСИФІКАЦІЇ ЛЕГЕНЬ І ЛІВОБІЧНОГО ХІЛОТОРАКСУ

М.С. Опанасенко, І.В. Ліскіна, О.В. Терешкович, О.В. Шадріна,  
О.Е. Кшановський, Б.М. Конік, Л.І. Леванда  
ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології  
ім. Ф.Г. Яновського НАМН України»

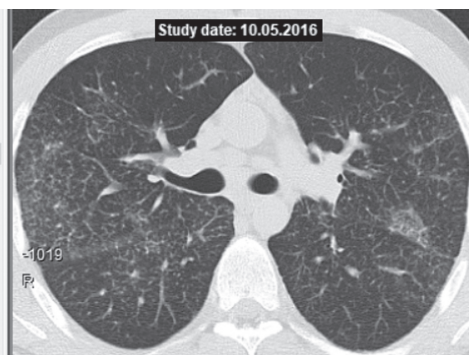
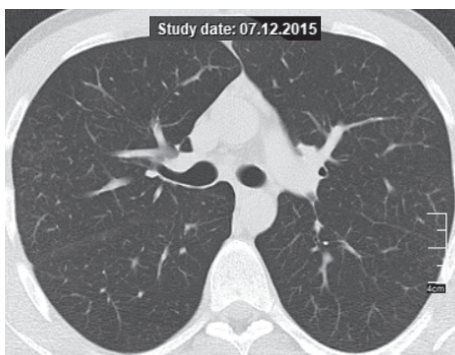
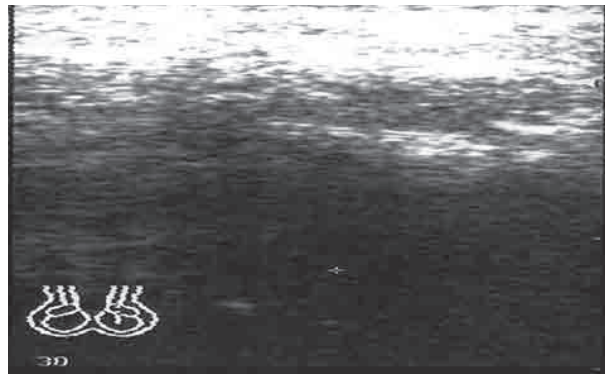


## РІДКІСНИЙ ВИПАДОК ПОЄДНАННЯ ДИФУЗНОЇ ОСИФІКАЦІЇ ЛЕГЕНЬ І ЛІВОБІЧНОГО ХІЛОТОРАКСУ

М.С. Опанасенко, І.В. Ліскіна, О.В. Терешкович, О.В. Шадріна,  
О.Е. Кшановський, Б.М. Конік, Л.І. Леванда  
ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології  
ім. Ф.Г. Яновського НАМН України»

## ЩОДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТИКИ ТА ЛІКУВАННЯ ЧЕРЕВНОЇ ФОРМИ КРИПТОРХІЗМУ В ДІТЕЙ

П.С. Русак, Ю.Л. Волошин, Д.В. Шевчук, М.В. Далека  
Національна медична академія післядипломної освіти імені  
П.Л. Шупика МОЗ України, Київ, Житомирська обласна дитяча  
клінічна лікарня



## ЧАСТОТА РЕЦИДИВІВ В ОСІБ, КЛІНІЧНО ВИЛІКУВАНИХ ВІД САРКОЇДОЗУ ЛЕГЕНЬ З БЕЗСИМПТОМНИМ ДЕБЮТОМ

О.В. Биченко  
ДУ «Національний інститут фтизіатрії і пульмонології  
ім. Ф.Г. Яновського НАМН України»



Завантажте **Accemedin AR**  
за QR-кодом або на  
Google Play

Наведіть камеру смартфона  
на ілюстрацію і зображення  
оживе

## 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/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu\\_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=Mii](http://www.nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&S21STN=1&S21REF=10&S21FMT=juu_all&C21COM=S&S21CNR=20&S21P01=0&S21P02=0&S21P03=PREF=&S21COLORTERMS=0&S21STR=Mii) .

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 Index Copernicus, Ulrichsweb, Directory of Open Access Journals, Google Scholar.

Web-site: <http://www.tdmu.edu.ua>, <http://inmeds.com.ua/periodics/mii/>.

Журнал видається на платформі Open Journal System із 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, docx).

**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 України «Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. ДСТУ 8302:2015».

**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 зміни 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 України. 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).

ДЛЯ НОТАТОК