

**МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА  
ТА ІНЖЕНЕРІЯ**

(науково-практичний журнал)

**МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАТИКА  
И ИНЖЕНЕРИЯ**

(научно-практический журнал)

**MEDICAL INFORMATICS  
AND ENGINEERING**

(scientific-practical journal)

**3/2008**

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

**Редакційна рада:**

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

**Редакційна колегія:**

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

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

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

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

Заснований у 2008 році.  
Виходить 4 рази на рік.

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

**Співзасновники:**

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

**Адреса редакції:**

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9  
тел./факс: (+38044) 456-72-09,  
тел.: (+38044) 205-49-55  
e-mail: miejournal@nmapo.edu.ua  
Web-site: <http://www.tdmu.edu.te.ua/mie/>

**Адреса видавництва:**

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

Рекомендовано Вченою радою Національної медичної  
академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ  
України (протокол № 8 від 08.10.2008) та Тернопільського  
державного медичного університету імені І.Я. Горбачевського  
(протокол № 1 від 28.08.2008).

Журнал видається за сприяння Національного технічного  
університету України "Київський політехнічний інститут"

Підписано до друку 09.10.2008. Формат 60x84/8.  
Папір офсет. Ум. друк. арк. 10,46. Обл.-вид. арк. 8,89.  
Тираж 600 прим. Зам. № 253.

Віддруковано в друкарні Тернопільського державного  
медичного університету імені І.Я. Горбачевського.

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

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

## ЗМІСТ

### СЛОВО ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

*В.П. Марценюк, І.Є. Андрущак*

### КОМПАРТМЕНТНИЙ ТА ПЕРФУЗІЙНИЙ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ФАРМАКОКІНЕТИКИ

*М.В. Банчук*

### СИСТЕМА ЩОДЕННОГО ДИСТАНЦІЙНОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЯК ПРОТИДІЯ ЗЛОВЖИВАННЯМ ТА КОРУПЦІЇ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

*А.Б. Завгородній, П.П. Лошицький, В.Н. Мамасв, Д.Ю. Мінзьяк, Л.Д. Писаренко*

### РЕАКЦІЯ ВОДИ НА ПРИРОДНІ ТА ШТУЧНІ ФІЗИЧНІ ФАКТОРИ НАДНИЗЬКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

*С.С. Івахно, О.І. Корнелюк, О.П. Мінцер*  
МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В ПРОГРАМІ MICROARRAYTOOL ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДНК-МІКРОАРРЕЇВ

*Ю.Є. Лях, В.Г. Гур'янов, Ю.Г. Вихованець, О.Г. Горшков*

### АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

*Ю.А. Міхненко, В.І. В'юн*  
ПРОБЛЕМИ НЕЛІНІЙНОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

*М.М. Будник, І.А. Чайковський, Л.П. Дробуш, В.В. Конєва, О.В. Кухарев*

### ПОРІВНЯННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ МЕТОДІВ МАГНІТОКАРДІОГРАФІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНОГО КАРТУВАНЬ ЩОДО ВІЯВЛЕННЯ ОЗНАК ПОРУШЕНЬ ПРИ ШЕМІЧНІЙ ХВОРОБІ СЕРЦЯ

*Ю.В. Вороненко, О.П. Мінцер, Ю.П. Вдовиченко, В.Г. М'ясніков, О.М. Вернер, В.В. Краснов, Л.Ю. Бабінцева*

### ПИТАННЯ РОЗРОБКИ НОРМАТИВІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ПІСЛЯДИПЛОМНІЙ МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

*Ю.В. Вороненко, А.М. Сердюк, О.П. Мінцер, Ю.П. Вдовиченко, Г.І. Лисенко, О.М. Вернер, В.В. Краснов, А.В. Коблянська, В.О. Мінцер*  
ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Л.Ю. Бабінцева*

### ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ОСВІТИ

## CONTENTS

### 5 PREFACE

*V.P. Martsenyuk, I.Ye. Andrushchak*

### 7 COMPARTMENTAL AND PERFUSIONAL APPROACHES FOR PHARMACOKINETICAL MODELS CONSTRUCTION

*M.V. Banchuk*

### 17 DAILY REMOTE TEST CHECKING OF KNOWLEDGES SYSTEM AS COUNTERACTION AND CORRUPTIONS ABUSE IN MEDICAL EDUCATION

*A.B. Zavgorodniy, P.P. Loshitski, V.N. Mamaev, D.Yu. Minzyak, L.D. Pisarenko*

### 27 WATER REACTION FOR THE NATURAL AND ARTIFICIAL PHYSICAL FACTORS, WHICH HAVE THE LOW INTENSITY

*S.S. Ivakhno, O.I. Kornelyuk, O.P. Mintser*

### 33 CLUSTERING METHODS IMPLEMENTED INTO MICROARRAYTOOL PROGRAM FOR ANALYSIS OF DNA MICROARRAY DATA

*Yu.Ye. Lyakh, V.G. Gurianov, Yu.G. Vykhovanets, O.G. Gorshkov*

### 41 ANALYSIS OF FRACTAL DIMENSION OF BIOMEDICAL PROCESSES

*J.A. Mihnenko, V.I. Vyun*

### 46 NON-LINEARITY OF PUBLIC HEALTH PROTECTION SYSTEM

*M.M. Budnyk, I.A. Chaykovsky, L.P. Drobush, V.V. Konyeva, O.V. Kukharev*

### 50 COMPARISON OF INFORMATIVENESS OF METHODS OF MAGNETOCARDIOGRAPHIC AND ELECTROCARDIOGRAPHIC MAPPING CONCERNING REVEALING OF VIOLATION SIGNS AT ISCHEMIC HEART DISEASE

*J.V. Voronenko, O.P. Mintser, Yu.P. Vdovychenko, V.H. Myasnikov, O.M. Verner, V.V. Krasnov, L.Yu. Babintseva*

### 58 QUESTIONS OF DEVELOPMENT OF DISTANCE EDUCATION REGULATIONS IN POSTGRADUATE MEDICAL EDUCATION

*Yu.V. Voronenko, A.M. Serdyuk, O.P. Mintser, Yu.P. Vdovychenko, H.I. Lysenko, O.M. Verner, V.V. Krasnov, A.V. Koblyanska, V.O. Mintser*

### 69 FEATURES OF CREATION OF STATE STANDARDS OF POSTGRADUATE MEDICAL EDUCATION ON THE BASIS OF INFORMATION TECHNOLOGIES

*L.Yu. Babintseva*

### 84 FEATURES OF CREATING OF STATE STANDARDS OF POSTGRADUATE PHARMACEUTICAL EDUCATION



*У ці дні видатна навчально-наукова установа України –  
Національна медична академія післядипломної освіти  
імені П.Л. Шупика відзначає історичну дату –  
90-річчя від дня заснування.*

*Редакційна рада, редакційна колегія журналу  
“Медична інформатика та інженерія”, а також колектив  
співзасновника видання – Тернопільського державного  
медичного університету імені І.Я. Горбачевського,  
щиро вітають працівників установи-ювіляра  
з визначною датою.*

*Бажаємо Вашому колективу постійного зростання, сил для  
невтомної та натхненної роботи на ниві підготовки  
висококваліфікованих працівників охорони здоров'я,  
що стане запорукою високих стандартів надання медичної  
допомоги, якісного та доступного лікування і збереження  
здоров'я громадян України.*

## СЛОВО ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Звертаюсь до читачів журналу з проханням взяти участь в дискусії щодо впровадження стандартів післядипломної медичної освіти, нових технологій передачі знань, в першу чергу, інформаційних технологій.

Згідно із сучасними уявленнями, післядипломна медична освіта складається з двох фаз – власне післядипломної освіти і безперервного професійного розвитку. Порівняно з додипломним навчанням, і перша, і друга фази суттєво відрізняються як по суті передачі, так і контролю знань. Саме тому пряме перенесення логіки конструювання стандартів, напрацьоване в дипломній фазі, неможливе. Зрозуміло, принципи складання освітньо-кваліфікаційних характеристик, освітньо-професійних програм та інструментарію оцінювання зберігаються. Певною мірою зберігаються і принципи компетентнісного підходу. Однак, виділяється низка принципових відмінностей, на підставі яких обґрунтовуються нові підходи до створення стандартів.

Приймаючи до уваги, що, в значній мірі, сучасні стандарти післядипломної освіти формуються на основі інформаційних технологій, редакцією було прийнято рішення розмістити на шпальтах нашого журналу основні положення щодо логіки і принципів впровадження стандартів післядипломної медичної освіти та безперервного професійного розвитку лікарів та провізорів. Ці принципи розвинуті на прикладі сімейної медицини. Саме тому до колективу фахівців – виконавців спільного проекту зі створення державних стандартів післядипломної медичної освіти були запрошені спеціалісти з фаху “Сімейна медицина” з Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України та Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України. Частина авторів представлена в матеріалах цього журналу.

Що стосується дистанційних освітніх технологій на основі сучасних телекомунікацій, що використовуються у післядипломній підготовці медичних кадрів, то слід зауважити, що в деяких випадках останні мають ряд переваг

перед традиційною системою підвищення кваліфікації. З огляду на сучасні тенденції безперервного професійного розвитку, основні положення Болонського процесу про значну складову частину самостійної роботи, а також розвиток сучасних технологій дистанційної освіти, стає особливо актуальним застосування дистанційних підходів при підвищенні кваліфікації лікарів та провізорів. В зв'язку з цим значна частина матеріалів даного номера журналу присвячена згаданій проблематиці.

Пропонуємо для обговорення читачами нашого журналу низку проектів нормативних документів, які регламентують діяльність в сфері надання дистанційних освітніх послуг. Першим в цьому переліку є “Положення щодо організації дистанційної післядипломної медичної (фармацевтичної) освіти”. Інше “Положення про комісію з питань сертифікації якості навчально-методичних матеріалів” стосується колегіального органу, який функціонує з метою науково-методичного забезпечення і контролю процесу сертифікації якості навчально-методичних матеріалів. “Положення про координаційну раду МОЗ України з питань сертифікації якості дистанційного навчання” визначає порядок діяльності дорадчого органу при МОЗ України в цілях науково-методичного забезпечення, контролю і координації робіт із забезпечення якості дистанційного навчання.

“Положення про сертифікацію якості навчально-методичних матеріалів, що застосовуються для проведення очно-заочних циклів з використанням дистанційних технологій в системі післядипломної медичної (фармацевтичної) освіти” визначає мету, предмет, зміст і організацію процедури сертифікації якості навчально-методичних матеріалів. Воно має особливе значення в обґрунтуванні змісту навчання під час проведення очно-заочних циклів в системі післядипломної медичної (фармацевтичної) освіти. “Тимчасові методичні вказівки щодо підготовки навчально-методичних матеріалів до сертифікації” розроблені з метою підготовки навчально-методичних матеріалів

до процедури сертифікації, забезпечення можливості самостійної оцінки авторами (замовниками) якості, форми та змісту матеріалів. Також наведені пропозиції щодо норм часу для планування і обліку навчально-методичної роботи педагогічних працівників при організації навчання за допомогою дистанційних технологій.

Редакція має надію, що деякі матеріали цього номера викличуть запитання. На нашу думку, це може стати доброю нагодою ініціювати обговорення дискусійних статей. Вважаємо, що кожен читач, який має свій погляд на проблеми в рамках тематики цього номера журналу, може стати автором публікації в одному з наступних його номерів.

*Головний редактор,*  
**ПРОФЕСОР О.П. МІНЦЕР**

УДК 004.358:615.03

## КОМПАРТМЕНТНИЙ ТА ПЕРФУЗІЙНИЙ ПІДХОДИ ДО ПОБУДОВИ МОДЕЛЕЙ ФАРМАКОКІНЕТИКИ

**В.П. Марценюк, І.Є. Андрущак**

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

**Резюме.** У роботі узагальнено етапи побудови фармакокінетичних моделей. Показано основні підходи до вибору виду компартментних або перфузійних моделей. При компартментному моделюванні структура та значення кінетичних параметрів моделей визначається виключно шляхом формального аналізу кінетики препаратів в тест-тканині. Перфузійні моделі ґрунтуються на реальних фізіологічних параметрах тканин, органів і систем організму, об'єднаних кровотоком.

**Ключові слова:** фармакокінетика, компартментне моделювання, перфузійне моделювання.

## КОМПАРТМЕНТНЫЙ И ПЕРФУЗИОННЫЙ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛЕЙ ФАРМАКОКИНЕТИКИ

**В.П. Марценюк, И.Е. Андрущак**

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

**Резюме.** В работе обобщены этапы построения фармакокинетических моделей. Показаны основные подходы к выбору вида компартментных и перфузионных моделей. При компартментном моделировании структура и значения кинетических параметров моделей определяются исключительно путем формального анализа кинетики препаратов в тест-ткани. Перфузионные модели основаны на реальных физиологических параметрах тканей, органов и систем организма, объединенных кровотоком.

**Ключевые слова:** фармакокинетика, компартментное моделирование, перфузионное моделирование.

## COMPARTMENTAL AND PERFUSIONAL APPROACHES FOR PHARMACOKINETICAL MODELS CONSTRUCTION

**V.P. Martsenyuk, I.Ye. Andrushchak**

*Ternopil State Medical University named after I.Ya. Horbachevsky*

**Summary.** The steps of models construction in pharmacokinetics are summarized in this work. Basic approaches to search the forms of compartmental and perfusional models are shown. At compartmental modeling the structure and kinetical parameters values are defined exceptionally by the way of formal analysis of drug kinetics within target tissue. Perfusional models are based on real physiological parameters of tissues, organs and systems of organism linked by bloodflow.

**Key words:** pharmacokinetics, compartmental modeling, perfusional modeling.

**ВСТУП.** При створенні оригінальних лікарських засобів чи відтворенні лікарських засобів-генериків виникає необхідність проведення фармакокінетичних досліджень. Завданням фармакокінетики є вивчення кінетики лікарських препаратів і/або метаболітів в організмі людини [1]. Фармакокінетика асо-

ціюється з математичним описом швидкостей переміщення лікарських препаратів при введенні, шляху всередині та при виведенні з тіла людини. Тіло людини є дуже складною системою і тому лікарський препарат проходить в ньому багато стадій: абсорбції, розповсюдження, метаболізму та екскреції.

© А.І. Іадоаіре, ².ª. Аіадоуае

Лікарський препарат взаємодіє також з рецепторами, і це спричиняє терапевтичні і/або токсичні відповіді. І хоча деталі кінетики лікарських препаратів дуже складні, все ж часто можна апроксимувати процеси кінетики лікарських препаратів відносно нескладними математичними моделями.

Метою даної роботи є узагальнення методів, які використовуються при побудові фармакокінетичних моделей та їх комп'ютерній реалізації.

На сьогодні спостерігається зростаюче визнання важливості фармакокінетики та фармакодинаміки (ФК/ФД) на всіх стадіях розробки лікарського препарату [2].

На доклінічних дослідженнях ФК/ФД використовується для інтерпретації токсикокінетичних даних і на основі фізіологічного моделювання та алометричного масштабування вона також використовується для екстраполяції результатів від тварин до людини. Під час ранніх клінічних випробувань ФК/ФД використовується для допомоги в інтерпретації досліджень залежності відповіді від дозування. На сьогодні є кілька прикладів, коли ФК/ФД моделювання вже використовувалося в рекомендації дозування і/або режимів, які початково не розглядалися як частина клінічної програми [2]. Клінічні випробування на пізніших стадіях використовують ФК/ФД моделювання для клінічних випробувань, що враховують керування концентрацією лікарського препарату, випробування в межах популяції, планування експериментів за допомогою комп'ютера.

Аналіз ФК/ФД даних може бути складним та вимагати часу. Це є наслідком того, що "... моделювання є більше мистецтвом, ніж наукою" [3]. Як і у всіх біологічних експериментах, ФК/ФД дані спотворені біологічними шумами і тому доводиться застосовувати складний аналіз даних та методики моделювання для оцінки параметрів та усунення похибок.

Історично багатьом науковцям було складно виконувати ФК/ФД моделювання через нестачу навичок та нескладного в користуванні програмного забезпечення для цього. На щастя, протягом останніх років випущено ряд програм із ФК/ФД моделювання, які пропонують хороші статистичні алгоритми та є легкими в користуванні.

**МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. ЕТАПИ ПОБУДОВИ ФК/ФД МОДЕЛІ.** В роботі [2] за-

пропоновано основні етапи побудови ФК/ФД моделі. Ще до планування експерименту є певні ідеї щодо кінетики та динаміки лікарського препарату. Такі ідеї знаходять своє відображення на **першому етапі** в т.зв. *пробній моделі*. Ідеї включають поняття про поведінку системи, а саме: гіпотези, які слід перевірити (наприклад, лікарський препарат А впливає на тиск крові, який є оптимальним при дозі В); ідеї щодо поведінки лікарського препарату (наприклад, при збільшенні дози реакція на лікарський препарат зростатиме); пробну модель системи (наприклад, взаємозв'язок між реакцією та концентрацією може моделюватися моделлю...).

Успіх проекту по моделюванню залежить від правильного планування дослідження. На **другому етапі** здійснюється *планування експерименту*, а саме, вибираються дози для адміністрування; проміжки часу, в які слід вимірювати концентрацію лікарського препарату в плазмі та відповідні реакції організму. Цей етап включає як реальне планування випробувань, так і моделювання з метою зрозуміти, в якій саме області можна спостерігати результати. Планування клінічних випробувань за допомогою комп'ютера є потужним засобом, який в подальшому стане інтегральною складовою процесу розробки лікарських препаратів.

**Третій етап** полягає у *виконанні експерименту* з метою збору даних.

На **четвертому етапі** здійснюється *аналіз* (графічний) *зібраних даних* (АЗД), на основі якого пробна модель затверджується, або ж до неї вносяться зміни. Такий аналіз доцільно розпочати з побудови графіків залежностей концентрації від часу, реакції від часу та реакції від концентрації. Ці три залежності вказують атрибути даних, особливо важливих під час моделювання. Сюди належать запізнення між концентрацією та реакцією взаємозв'язок між концентрацією та реакцією (насичення, гістерезис та адаптація). Також в доклінічних дослідженнях і токсикокінетичному аналізі будують графіки залежностей таких похідних величин, як площа під кривою (ППК), від дози.

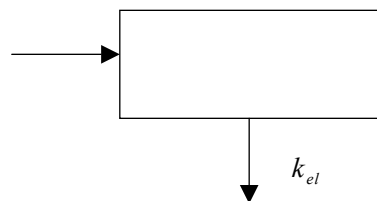
**П'ятий етап** полягає у виборі моделі і *налаштуванні* цієї моделі до експериментальних даних на основі регресійного аналізу. Це досягається оцінюванням параметрів моделі. Вибір моделі переважно здійснюється на основі попередніх етапів. Перед налаштуванням моделі до даних АЗД повинен вже дати реко-



мендації не тільки щодо структури моделі, але й стосовно початкових оцінок параметрів моделі. Це особливо важливо при використанні нелінійних моделей, оскільки алгоритми нелінійної оптимізації вимагають хороших початкових наближень.

На **шостому етапі** здійснюється *аналіз виходів* системи. А саме, робиться оцінка того, наскільки добре модель пояснює експериментальні дані. Зазвичай порівнюють графіки (наприклад, залежності концентрації від часу) отриманих та спрогнозованих даних на лінійній або напівлогарифмічній шкалах і аналізують, чи вони демонструють ті ж напрямки зростання-спадання (тренди). Тобто даний етап дає остаточну відповідь про прийнятність запропонованої моделі. Хороший спосіб покращити модель полягає у її тестуванні на новому наборі експериментальних даних. При цьому ми переходимо до другого етапу і т.д. І все ж, як зазначено в [2], ФК/ФД моделювання рідко буває ітераційним процесом.

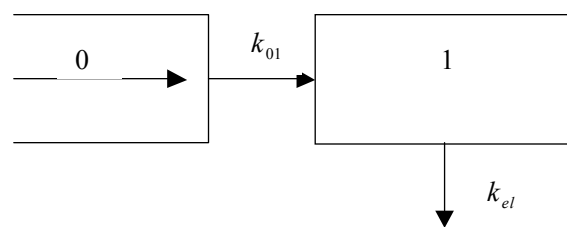
Тепер зупинимося дещо детальніше на деяких з перелічених вище етапів.



$$\frac{dM}{dt} = -k_{el}M, \quad (1)$$

$$M(0) = M^0$$

При позасудинному введенні використовується однокомpartmentна модель “із всмоктуванням”:



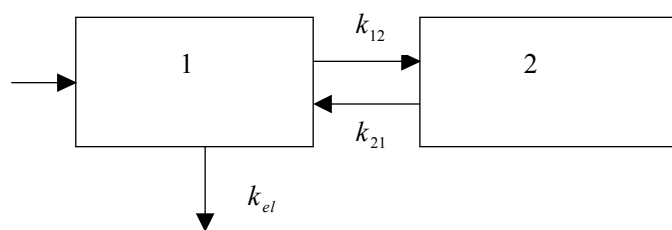
$$\frac{dM_0}{dt} = -k_{01}M_0,$$

$$\frac{dM_1}{dt} = k_{01}M_0 - k_{el}M_1, \quad (2)$$

$$M_0(0) = M_0^0, \quad M_1(0) = 0$$

У випадку, коли важливо розглядати судинну систему організму як таку, що складається з центральної частини та периферичної, звідки

лікарський препарат безпосередньо не виводиться (або виводиться дуже повільно), вводять двокомpartmentну модель:



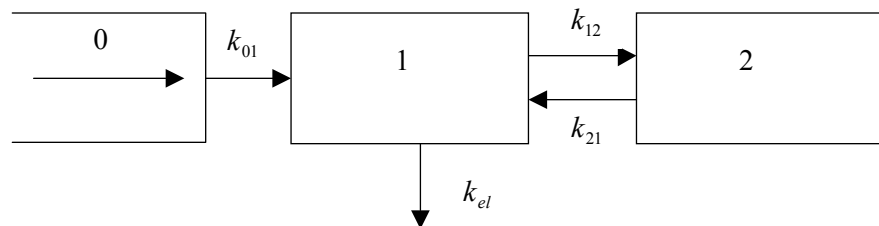
$$\frac{dM_1}{dt} = -(k_{el} + k_{12})M_1 + k_{21}M_2,$$

$$\frac{dM_2}{dt} = k_{12}M_1 - k_{21}M_2, \quad (3)$$

$$M_1(0) = M_1^0, \quad M_2(0) = 0$$

Якщо в останньому випадку препарат вводиться позасудинно (наприклад, внутрішньо-

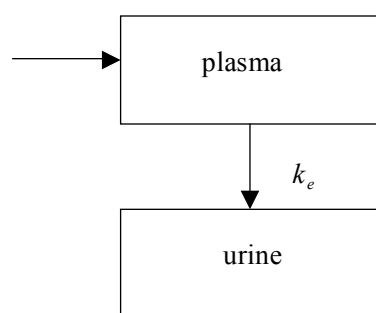
м'язово), то вводиться двокомпаратментна модель із всмоктуванням:



$$\begin{aligned} \frac{dM_0}{dt} &= -k_{01}M_0, \\ \frac{dM_1}{dt} &= -(k_{el} + k_{12})M_1 + k_{21}M_2 + k_{01}M_0, \\ \frac{dM_2}{dt} &= k_{12}M_1 - k_{21}M_2, \\ M_0(0) &= M_0^0, \quad M_1(0) = 0, \quad M_2(0) = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

У роботі [4] виводяться умови перевірки застосовності моделі (1) для опису фармакокінетичних даних. Так, модель (1) може бути застосована, якщо експериментальні дані можуть бути лінеаризовані в координатах  $\ln C - t$ . Якщо ж використовуються дані про кількість препарату в екскреті ( $M_e(t)$ ), то умовою застосовності однокомпаратментної моделі (1) є можливість лінеаризації залежності  $\ln\left(\frac{dM_e}{dt}\right)$  від  $t$ . Умовами застосовності моделі (1) є також лінійність залежностей:  $M_e(t)$  від  $S^{0-t}$  (площа під фармакокінетичною кривою від 0 до  $t$ ); або ж залежності  $\ln(M_e^\infty - M_e)$  від  $t$ .

Коли ж жодна із запропонованих умов не виконується, або виконується не скрізь, то використовуються моделі (2)-(4) і ін.



У роботі [5] пропонується використовувати для опису фармакокінетичних даних формальні функції, які є сумою необхідного числа експоненціально спадаючих синусоїд. Показано, що такі функції є розв'язками компартментних моделей при внутрішньовенному, оральному, позасудинному одноразовому введенні лікарського препарату.

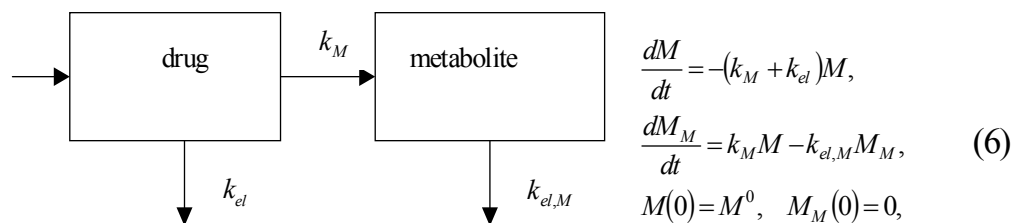
Рівняння (1)-(4) є базовими при побудові пробних моделей фармакокінетики реальних лікарських препаратів.

Так, на їх основі будувалися моделі фармакокінетики лікарського препарату на основі аналізу сечі [1]. Це важливо, коли ми не хочемо брати повторні аналізи крові для певної популяції пацієнтів (наприклад, в педіатрії), або ж уявний об'єм розподілу лікарського препарату настільки великий, що концентрація препарату в плазмі занадто мала, щоб її виміряти. В такому випадку приходять до моделі аналізу препарату, що екскретується із сечею:

$$\begin{aligned} \frac{dM}{dt} &= -k_{el}M, \\ \frac{dM_e}{dt} &= k_eM, \\ M(0) &= M^0, \quad M_e(0) = 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Реальні моделі також вимагають врахування утворення метаболітів препаратів. У робо-

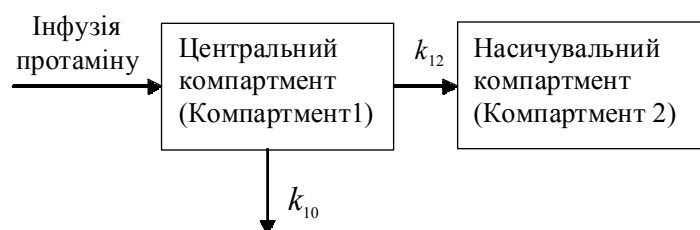
ті [1] з цією метою розвивається однокомпаратментна модель:



де  $M_M(t)$  – кількість метаболіту в компартменті;  $k_M, k_{el,M}$  – константи метаболізму та елімінації метаболіту відповідно.

Як приклад компартментної моделі наведемо модель з роботи [6] фармакокінетики протаміну. Сульфат протаміну вводили внутрішньовенно протягом 10 хвилин з розрахунку

дозі 0,5 мг/кг. В якості пробних моделей використовувалися: двокомпартментна модель, однокомпартментна модель з елімінацією за законом Міхаеліса-Ментена (7), двокомпартментна модель з необоротним здатним до насичення компартментом. Найкраще (за критерієм Шварца-Байеса) підтверджує експериментальні дані остання модель:



$$\begin{aligned} \frac{dM_1}{dt} &= -k_{10}M_1 - k_{12}M_1(B_{\max} - M_2), \\ \frac{dM_2}{dt} &= k_{12}M_1(B_{\max} - A_2), \\ M_1(0) &= M_1^0, \quad M_2(0) = 0, \end{aligned}$$

Де  $B_{\max}$  – максимальна теоретично можлива кількість протаміну, що може бути накопичена в другому компартменті;  $V_1$  – об'єм розподілу першого компартменту.

Оцінки значень параметрів моделі:

$k_{10}$	0,180±0,016 хв
$k_{21}$	0,130±0,018 хв
$V_1$	18,1±2,3 л
$B_{\max}$	5,24±0,78 мг

Вищенаведений підхід до побудови формальних математичних моделей відрізняється від **другого підходу** побудови фармакокінетичних моделей на фізіологічній основі, які в роботі [4] названо “**перфузійними моделями**”, на відміну від попередніх формальних математичних моделей, головною метою яких було побудувати найпростішу математичну модель, що найточніше відтворює експериментальні дані. При цьому зовсім необов'язковим було шукати зв'язок параметрів моделі з реальними біологічними показниками, якого, до речі,

могло і не існувати (наприклад, уявний об'єм розподілу препарату). Перфузійні моделі ґрунтуються на реальних фізіологічних параметрах тканин, органів і систем організму, об'єднаних кровотоком. Тому вони включають більше число складніших рівнянь.

У роботі [7] так визначаються головні цілі перфузійних моделей. По-перше, вони інтегрують різноманітні набори фармакокінетичних даних з приводу певного лікарського препарату. По-друге, вони дозволяють дослідити фармакокінетичну основу токсичності препарату,

яка має комплексний характер при заданому рівні дозування. По-третє, спрогнозувати дозиметрію тканин для ситуацій, відмінних від тих, що вже були або можуть бути випробувані експериментально.

Структура перфузійної моделі найбільше залежить від мети, з якою розробляється модель, та підходів дослідника. Принципово немає жодних обмежень щодо кількості та розміру компартментів в моделі для опису подій на молекулярному або клітинному рівнях. Складність перфузійних моделей часто обмежується обмеженістю наявних даних для калібрування та тестування моделі.

Найпростіша концептуальна модель представляє організм як однокомпартментну систему. Перфузійні моделі відрізняються від однокомпартментних тим, що вони представляють набагато більше фізіологічних та біохімічних процесів, що відповідають токсикокінетиці препарату. Така комплексність досягається шляхом поділу або об'єднання тканин в певні компартменти, кожен із своїм набором фізіологічних (наприклад, потік крові) і біохімічних (наприклад, *partition coefficient*) параметрів. Така модель принаймні повинна сприяти обчисленню концентрації препарату в крові, що часто потім використовується як значення концентрації препарату в оточуючих тканинах. В моделі також повинні бути включені головні портали входу (наприклад, легені, шлунково-кишковий тракт), органи накопичення (наприклад, жирова тканина), місця метаболізму/трансформації (наприклад, печінка, нирки) та шляхи елімінації (ренальний, легеневий, фекальний). Часто буває прийнятним математичний опис абсорбції, розподілу, метаболізму та екскреції (АРМЕ) препаратів в перфузійних моделях уникаючи представлення тканин, де ці процеси відбуваються [8], при умові, що цей недолік фізичного представлення не впливає на використання моделі як інструмента екстраполяції. В деяких випадках компартмент поділяється на кілька підкомпартментів на основі механістичних та біологічних припущень. Наприклад, печінка може бути поділена на окремі компартменти залежно від локалізації ензимної активності. На рисунку 1 наведено приклади структури перфузійних моделей, що вже використовувалися при моделюванні кінетики летких та нелетких речовин. Зауважте, що усі ці моделі спрямовані на мо-

делювання концентрації речовин та їх метаболітів в органі-мішені або оточуючій тканині (переважно кров).

Важливо усвідомити, що компартменти перфузійних моделей переважно вважаються однорідними або повністю перемішаними ємностями. Це означає, що концентрація препарату будь-де в тканині є однаковою і дорівнює концентрації препарату, коли він переходить з тканини у венозну кров. Це припущення необхідне для спрощення диференціальних рівнянь, що представляють масовий баланс препарату в тканині. Чисельний розв'язок кінцевих рівнянь, що представляють перфузійну модель, спрощується внаслідок припущення про повне перемішування у компартментах.

В моделях оцінки ризику [7] перфузійні моделі повинні включати орган-мішень (або оточуючу тканину) та компартменти, що представляють тканини, об'єднані в єдині фізіологічні та біохімічні процеси, що стосуються фармакокінетики препарату.

При математичному представленні перфузійних моделей компартмент кожної тканини описується диференціальним рівнянням масового балансу (ДРМБ), що складається з ряду виразів, які описують кліренси і вимірюються в одиницях об'єм/час, тобто л/год або мл/хв. Такі вирази для опису кліренсів в більшості випадків стосуються проникнення препарату в тканину, перенесення препарату з тканини в кров, метаболізму та екскреції препарату. Проникнення препарату в тканину описується законом Фіка простої дифузії, згідно з яким потік препарату пропорційний до градієнта його концентрації. В минулому успішно використовувалося описування перфузійними моделями пасивного проникнення та проникнення препарату через кров у випадках, коли врахування процесів на молекулярному рівні недоцільне. В деяких компонентах, де роль молекул є великою, мембранна дифузія, навпаки, є процесом, що впливає на швидкість. В таких випадках проникнення препарату описується диференціальними рівняннями для підкомпартментів даної тканини – тканинна кров та клітинний матрикс [8, 12-14] (Таблиці 3-1 та 3-2) [7].

Швидкість процесу споживання препарату ланцюгом макромолекул описується в перфузійних моделях реакцією другого порядку, використовуючи рівняння, що ґрунтуються на взаємозв'язку перехідних станів рівноваги.

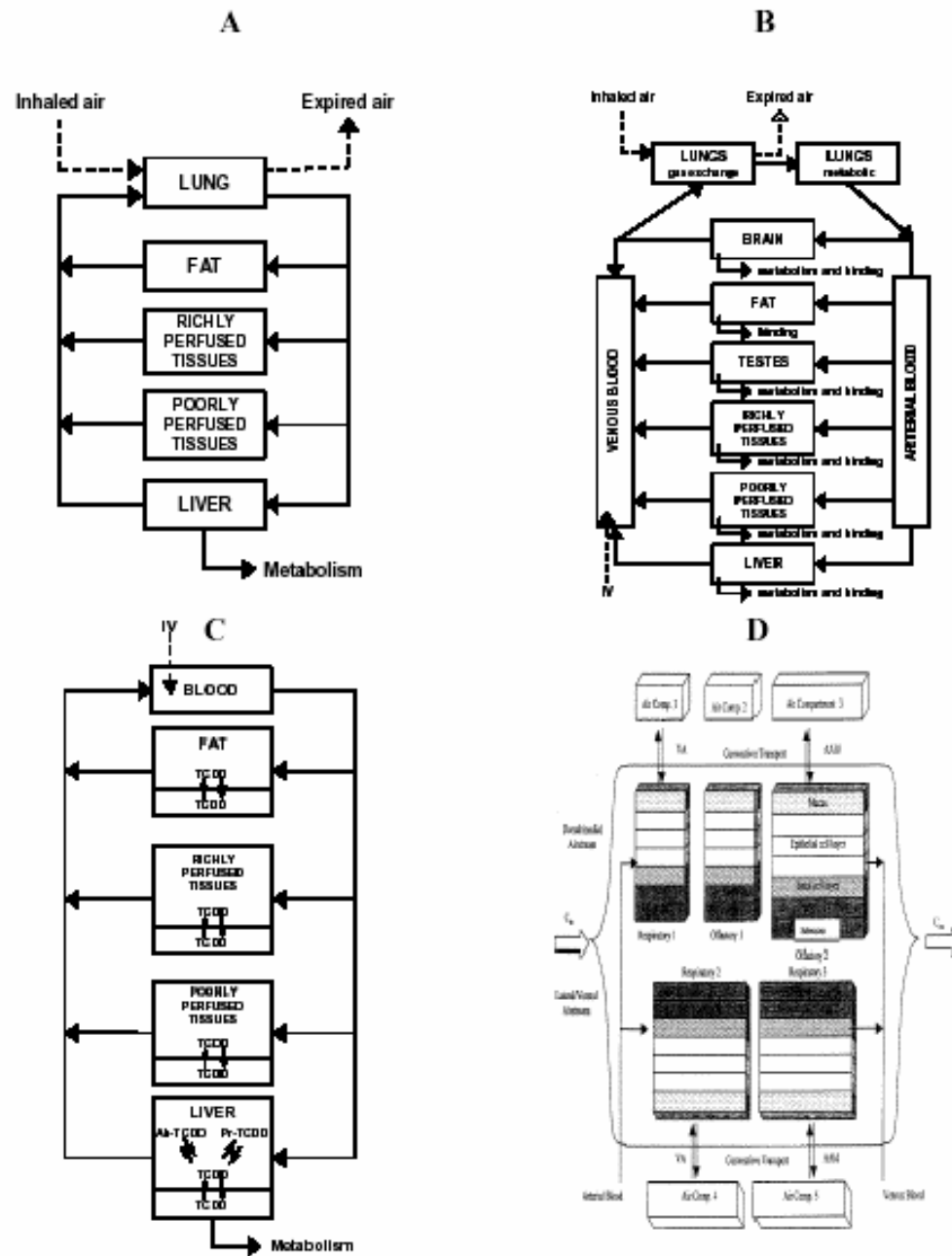


Рис. 1 [5]. Концептуальні представлення перфузійних моделей для (А) толуену, (В) оксиду етилену, (С) 2,3,7,8-тетрахлородибензо-р-діоксину (TCDD), (D) ацетату вінілу. Вхідні та вихідні стрілки пов'язані з індивідуальними компартментами, що представляють потоки артеріальної та венозної крові. Зауважте, що модель D містить 5 компартментів для однієї носової порожнини (місце токсичності). Моделі взяті з [9], [10], [11].

Швидкість метаболізму в перфузійних моделях описується як процес першого, другого порядку або процес насичення. Реакції спряження, з іншої сторони, традиційно описуються процесом другого порядку щодо концентрацій кофактору та лікарського препарату. Як альтернатива для опису використовуються механізми типу "пінг-понг". Оскільки перфу-

зійні моделі також є спрощеними представленнями реальних систем, то справжні деталі і складність фізіологічних та біохімічних процесів не відображається рівняннями, що використовуються. Залежно від потрібного рівня деталізації і мети моделювання в моделі повинні включатися прийнятні описи біохімічних процесів.

В якості типового прикладу перфузійної моделі наведемо фармакокінетичну модель органічних розчинників у щурів, наведену в роботі [15]. Фізіологічна модель ґрунтується на загальному припущенні, що тіло складається з кількох груп тканин, поєднаних циркуляцією (рис. 2). Об'єм тканини та потік крові є еквівалентними до тих, що є в живому організмі. Для моделювання фармакокінетики *m*-ксилену (приклад органічного розчинника) також робляться кілька додаткових припущень. По-перше, дихання розглядається більше як неперервний, ніж періодичний процес. По-друге, концентрація розчинника в крові, що витікає із заданого компартменту (венозна кров), розглядається як така, що є зрівноважена з концентрацією в компартменті. Наприклад, концентрація розчинника в компартменті *i* є  $C_i$ , то концентрація розчинника у веноній крові обчислюється, як  $C/L_i$ , де  $L_i$  – це коефіцієнт поділу тканина/кров для цього компартменту. Накінець, усі процеси, відмінні від метаболізму в печінці, вважаються як такі, що представляються лінійними виразами. Припускається, що метаболізм має місце лише в печінці, елімінація розчинника в незміненому вигляді є лише через повітря, що видихається.

Метаболізм *m*-ксилену в печінці виражається процесом Міхаеліса-Ментена, який, до речі, притаманний більшості метаболічних процесів. А саме:

$$v = V_{\max} C_H / (K_m + C_H) \quad (7)$$

де  $v$  – швидкість метаболізму;  $C_H$  – концентрація *m*-ксилену всередині печінки;  $V_{\max}$  – максимальна швидкість метаболізму;  $K_m$  – константа Міхаеліса-Ментена. Ґрунтуючись на таких припущеннях та застосовуючи закон дії мас до балансу *m*-ксилену в кожному компартменті отримані диференціальні рівняння (5) для легеневого компартменту, (6) – для гепатичного компартменту, (7) – для усіх інших компартментів.

Внизу рисунка 2 показано спрощений метаболічний шлях *m*-ксилену. *m*-ксилен первинно метаболізується в *m*-толуолову кислоту (*m*-ТА), яка потім зв'язується з гліцином і екскретується як *m*-метилгіпуринова кислота (*m*-МНА) в сечі. Позначивши через  $X_{MHA}$  кількість *m*-МНА, наявну в тілі через  $t$  хвилин після початку інгаляції, а через  $U_{MHA}$  – кількість *m*-МНА, екскретовану в сечу протягом  $t$  хвилин після початку

інгаляції, приходимо до рівнянь (8), (9) для опису метаболічного шляху.

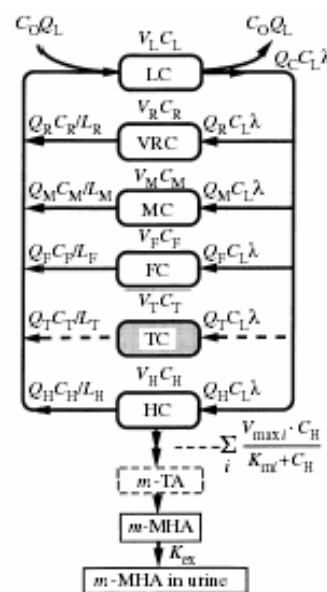


Рис. 2. Фізіологічна фармакокінетична модель передачі *m*-ксилену. LC – легеневий компартмент, VRC – компартмент тканин, що містять багато судин, MC – м'язовий компартмент, FC – жировий компартмент, TC – компартмент хвоста, HC – печінковий компартмент,  $C$  – концентрація в ммоль/л,  $V$  – об'єм компартмента в л,  $Q$  – потік в л/хв,  $L$  – коефіцієнт поділу тканина/кров,  $\lambda$  – коефіцієнт поділу кров/повітря, індекси: О відповідає повітрю, що вдихається, С – серцевому викиду, L – легеневого компартменту (LC), R – VRC, M – MC, F – FC, T – TC, H – HC. *m*-ТА – *m*-толуолова кислота, *m*-МНА – *m*-метилгіпуринова кислота,  $K_{ex}$  – константа швидкості екскреції *m*-МНА в хв<sup>-1</sup>.

Рівняння (5)-(9), разом з наведеними в таблиці значеннями параметрів, становлять перфузійну фармакокінетичну модель *m*-ксилену у щурів.

$$V_L \frac{dC_L}{dt} = C_0 Q_L + Q_R C_R / L_R + Q_M C_M / L_M + Q_F C_F / L_F + Q_T C_T / L_T + Q_H C_H / L_H - Q_C C_L \lambda - C_L Q_L \quad (8)$$

$$V_H \frac{dC_H}{dt} = Q_H C_L \lambda - Q_H C_H / L_H - V_{\max} C_H / (K_m + C_H) \quad (9)$$

$$V_i \frac{dC_i}{dt} = Q_i C_L \lambda - Q_i C_i / L_i, \quad \text{де } i = R, M, F, T \quad (10)$$

$$\frac{dX_{MHA}}{dt} = V_{\max} C_H / (K_m + C_H) - K_{ex} X_{MHA} \quad (11)$$

$$\frac{dU_{MHA}}{dt} = K_{ex} X_{MHA} \quad (12)$$

Таблиця 1. Параметри моделювання фармакокінетики *m*-ксилену у щурів

Компартмент	Об'єм <sup>a</sup> , л	Кровоток <sup>a</sup> , л/хв	Коефіцієнт поділу <sup>b</sup> (тканина/кров)
LC	0,006ВТ <sup>c</sup>	$Q_C$	2,71
VRC	0,059ВТ	$0,470Q_C$	2,93
MC	0,720ВТ	$0,181Q_C$	1,99
FC	0,090ВТ	$0,090Q_C$	51,5
HC	0,041ВТ	$0,250Q_C$	2,00
TC	0,022ВТ <sup>b</sup>	$0,009Q_C$ <sup>b</sup>	1,99 <sup>b</sup>
Коефіцієнт поділу кров/повітря ( $\lambda$ ) <sup>b</sup> 39,9			
Серцевий викид ( $Q_C$ ) <sup>a</sup> , л/хв		0,233(ВТ) <sup>0,74</sup>	
$V_{max}^b$ , ммоль/хв $1,394 * 10^{-3}(\text{ВТ})^{0,7}$		$1,115 * 10^{-2}(\text{ВТ})^{0,7}$	
$K_m^b$ , ммоль/л		0,033	
$K_{ex}^b$ , хв <sup>-1</sup>		0,012	

<sup>a</sup> З роботи [16]. Вага тіла (ВТ) в кг.

<sup>b</sup> Експериментально встановлено в [15].

<sup>c</sup> З роботи [17].

**Висновки.** 1. Компартментний підхід до фармакокінетичного моделювання застосовний у випадках, коли дослідникам важливо описати сам процес зміни концентрації лікарського препарату в тест-тканині. Вибір структури і параметрів моделі є швидше результатом формального аналізу кінетики препарату, аніж має реальний біологічний зміст.

2. Перфузійні моделі застосовні, коли в розпорядженні дослідника є реальні фізіологічні параметри тканин, органів і систем організму, об'єднаних кровотоком.

3. В подальших дослідженнях слід було б узгалянити параметри фармакокінетичних моделей та наявне програмне забезпечення.

#### Література

- David Bourne, A First Course in Pharmacokinetics and Biopharmaceutics, 2004. – <http://www.boomer.org/c/p1/>.
- Johan L. Gabrielsson, Daniel L. Weiner. Methodology for Pharmacokinetic/Pharmacodynamic Data Analysis, Pharmaceutical Science and Technology Today, Vol.2, N 6, June 1999. – P. 244-252.
- Shanin M., Lyengar S., Roa R. Computer Modeling of Complex Biological Systems, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 1984.
- Нієїауаа А.І., Оєдніа А.А., Оєєіа А.А. Оадиієі-єєіаоєєа. – І.: Іааєоєіа, 1980. – 423 н.
- Guang Wu. Fit fluctuating blood drug concentration: A beginner's first note // Pharmacological Research. – 1996. – Vol. 33, N 6, P. 379-383.
- Butterworth J, Lin Y.A., Prielipp R. et al. The pharmacokinetics and cardiovascular effects of a single intravenous dose of protamine in normal volunteers // Anesth. Analg. – 2002. – 94. – P. 514-522.
- Kannan Krishnan, Hugh Barton, Rob DeWoskin, Bob Sonawane, Chadwick Thompson. Approaches for the Application of Physiologically Based Pharmacokinetic (PBPK) Models and Supporting Data in Risk Assessment, National Center for Environmental Assessment Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC. June 2005.
- Krishnan K. Andersen M.E. Physiologically based pharmacokinetic modeling in toxicology. Hayes, AW;

- Ed. In: Principles and methods of toxicology. Philadelphia, PA: Taylor & Francis. – 2001. – P. 193-241.
- Bogdanffy M.S., Sarangapani R., Plowchalk D.R. et al. A biologically risk assessment for vinyl acetate-induced cancer and noncancer inhalation toxicity // Toxicol Sci. – 1999. – 51. – P. 19-35.
- Krishnan K., Gargas M.L., Fennell T.R. et al. A physiologically based description of ethylene oxide dosimetry in the rat // Toxicol. and Indust. Health. – 1992. – 8. – P. 121-140.
- Andersen M.E., Mills J.J., Gargas M.L. et al. Modeling receptor-mediated processes with dioxin: implications for pharmacokinetics and risk assessment // Risk Anal. – 1993. – 13. – P. 25-36.
- Rowland, M. Physiologic pharmacokinetic models and interanimal species scaling // Pharmacol. Ther. – 1985. – 29. – P. 49-68.
- Leung H.W. Development and utilization of physiologically based pharmacokinetic models for toxicological applications // J. Toxicol. Environ. Health. – 1991. – 32. – P. 247-267.
- Andersen M.E. Development of physiologically based pharmacokinetic and physiologically based pharmacodynamic models for applications in toxicology and risk assessment // Toxicol. Lett. – 1995. – 79. – P. 35-44.
- Takashi Kaneko, Jouji Horiuchi, Akio Sato. Development of a Physiologically Based Pharmacokinetic

Model of Organic Solvent in Rats. Pharmacological Research. – 2000. – Vol. 42, N 5. – P. 465-469.

16. Ramsey J.C., Andersen M.E. A physiologically-based description of the inhalation pharmacokinetics of styrene in rats and humans // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 1984. – 73. – P. 159-175.

17. Fiserova-Bergerova V., Tichy M., DiCarlo F.J. Effects of biosolubility on pulmonary uptake and disposition of gases and vapors of lipophilic chemicals // Drug Metabol. Rev. – 1984. – 15. – P. 1033-1070.



УДК 61:371.322.7

## СИСТЕМА ЩОДЕННОГО ДИСТАНЦІЙНОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЯК ПРОТИДІЯ ЗЛОВЖИВАННЯМ ТА КОРУПЦІЇ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

**М.В. Банчук**

*Міністерство охорони здоров'я України*

**Резюме.** У роботі представлено небезпеку корупції в галузі медичної освіти на тлі загальнодержавної проблеми. Особливе занепокоєння викликає процес оцінювання знань студентів-медиків. Тому в роботі запропоновано систему щоденного дистанційного тестового контролю знань студентів-медиків, покликану об'єктивізувати процес оцінювання в медичній освіті. Система дозволяє викладачам засобами Інтернет-технологій самостійно готувати щоденний тестовий контроль, а студентам-медикам - відкинути сумніви в об'єктивності їх оцінювання.

**Ключові слова:** тестовий контроль знань, медична освіта, боротьба з корупцією.

## СИСТЕМА ЕЖЕДНЕВНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ КАК ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯМ И КОРРУПЦИИ В МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

**Н.В. Банчук**

*Министерство здравоохранения Украины*

**Резюме.** В работе представлена опасность коррупции в отрасли медицинского образования на фоне общегосударственной проблемы. Особую обеспокоенность вызывает процесс оценивания знаний студентов-медиков. Поэтому в работе предложена система ежедневного дистанционного тестового контроля знаний студентов-медиков, призванная объективизировать процесс оценивания в медицинском образовании. Система позволяет преподавателям средствами Интернет-технологий самостоятельно готовить ежедневный тестовый контроль, а студентам-медикам – отбросить сомнения в объективности их оценивания.

**Ключевые слова:** тестовый контроль знаний, медицинское образование, борьба с коррупцией.

## DAILY REMOTE TEST CHECKING OF KNOWLEDGES SYSTEM AS COUNTERACTION AND CORRUPTIONS ABUSE IN MEDICAL EDUCATION

**M.V. Banchuk**

*Ministry of Public Health of Ukraine*

**Summary.** In work the danger of corruption is presented in branch of medical education on a background a national problem. The special disturbance is caused by the process of evaluation of knowledges of medical students. Therefore the daily remote test checking of knowledges of medical students system, called for objectivity of process of evaluation in medical education, is offered in work. The system allows teachers facilities of to prepare daily test checking, and to cast aside medical students doubting in objectivity of their evaluation.

**Key words:** test, checking of knowledge, medical education, struggle against corruption.

**ВСТУП.** Корупція, як одне з найзгубніших явищ для будь-якої держави, стала для України на початку третього тисячоліття основною перешкодою для політичного, економічного і

духовного розвитку, перетворилася на реальну загрозу національній безпеці країни, головне гальмо на шляху будь-яких перетворень. Ставши фактично одним з елементів функ-

© І.А. Аїі+оê

ціонування держави, невід'ємною складовою її взаємин з громадянами, корупція породила жахливі диспропорції не тільки в системі управління і функціонування державних інститутів, але і призвела до серйозних зрушень в свідомості громадян, які все більше і більше втрачають довіру до влади і віру в справедливість [1, 2].

Дані кримінальної статистики, соціологічні опитування і оцінки експертів показують, що корупція вразила практично всі сфери нашого життя – від державної служби і правоохоронних органів до охорони здоров'я та освіти. Рівень і масштаби корупції, що існує в країні, стримують економічний розвиток України, негативно відображаються на інвестиційному кліматі, зменшують міжнародну зацікавленість у співпраці з нашою країною [1, 2].

Ураження корупцією владних структур неминуче призводить до зниження ролі держави як регулятора економічних і соціальних процесів, стимулює паразитування незначної частини суспільства на проблемах і труднощах більшості, переводить нормальну систему взаємин між людьми в тіньову, часто кримінальну сферу. Особливо небезпечна корупція в правоохоронних органах, спецслужбах, прокуратурі, судовій системі, оскільки вона підриває віру населення в здатність держави захистити права і свободи своїх громадян [1].

Протидія корупції стала в даний час найважливішим стратегічним завданням діяльності Української держави і її громадянського суспільства.

Мета даної роботи – представити основні шляхи і напрями розв'язання даної проблеми в сфері медичної освіти. В якості пріоритету запропоноване впровадження щоденного дистанційного тестового контролю знань студентів.

**Зловживання в охороні здоров'я та освіти як зони побутової корупції.** Громадяни України реально відчувають вплив корупції в ході своєї безпосередньої взаємодії з представниками органів державної влади і місцевого самоврядування, коли часто будь-яке питання вирішується тільки після надання хабара відповідному чиновникові в найрізноманітніших формах. Розмах корупції на побутовому рівні настільки значний, що в масовій свідомості вкорінилася думка, що без “стимулювання” того або іншого службовця або посадовця

практично неможливо вирішити жодної життєвої проблеми.

Відсутність чіткої регламентації надання послуг в різних сферах діяльності, зокрема при вирішенні конкретних питань, з приводу яких громадяни звертаються безпосередньо в органи влади, призводить до величезних зловживань. Саме на цьому побутовому рівні формується негативне ставлення людей до влади в цілому, в масовій свідомості створюється уявлення про її тотальну продажність і корумпованість. В результаті у великої частини населення країни поступово складається стереотип корупції як етично прийнятної форми вирішення проблем, розвивається розуміння суспільної небезпеки цього явища, знижується поріг моральної терпимості населення до хабарництва і поборів [2].

Не дивлячись на те, що масштаби побутової корупції не роблять істотного впливу на економіку країни в цілому, цей її вигляд серйозно деморалізує простих громадян, розкладає чиновників, робить корупцію повсякденною, буденною, по суті, загальноприйнятим і навіть незасуджуваним суспільством явищем.

Найболючіше громадянами сприймаються хабарі, здирство і інші зловживання корупційного характеру у сфері охорони здоров'я, тому що в масовій свідомості професія лікаря асоціюється з безкорисливим і самовідданим служінням людям, а здоров'я є фундаментальним людським благом, без якого багато інших цінностей втрачають свій сенс. При цьому йдеться вже не стільки про дрібні хабарі у вигляді підношень лікарям за лікування, скільки про ті, що почастишали останніми роками, небезпечніші прояви: отримання лікарями бонусів від фірм-виробників за рекомендацію хворим ліків конкретних фірм, зрозуміло, не найдешевших і часто не найефективніших. Відбувається закупівля дорогих, але менш ефективних ліків. Звідси – зниження довіри громадян до лікарів і масове розповсюдження різних видів самолікування і звернення до шахраїв.

Все частіше спостерігаються факти здирства за проведення формально безкоштовних операцій. Особливо блюзнірські ті випадки, коли йдеться про проведення операцій у зв'язку із загрозою життю хворих, коли люди продають останнє, лише б врятувати життя собі

або своїм близьким. Важливим показником системного характеру корупції у сфері охорони здоров'я є те, що лікарі, які бажають працювати за деякими медичними спеціальностями, повинні платити чималі гроші за своє призначення. Така практика припускає наявність у них тіншових доходів, які дозволяють їм компенсувати вкладені засоби. По суті, спостерігається поступове перетворення лікувальних закладів на торгівельні, в яких відбувається заміна чесних кваліфікованих лікарів комерсантами від медицини.

В галузі освіти, як і раніше, головним проявом корупції є хабарі за вступ у вищі навчальні заклади, масштаби яких досягають розмірів, недоступних навіть громадянам із середніми доходами. З введенням в дію системи сертифікатів по складанню державних тестових іспитів є важливим недопущення фактів хабарів за надання високих балів.

Проблему становить належне об'єктивне оцінювання знань, які студенти набувають в ході навчально-педагогічного процесу, і, як результат, невідповідність рівня теоретичних знань і клінічної компетентності (коли мова йде про студентів-медиків) тим, що засвідчені в дипломі [3]. Нерідкими є факти навмисного втручання в процес оцінювання зі сторони професорсько-викладацького складу. Така можливість з'являється тоді, коли застосовуються необ'єктивні, морально застарілі методи оцінювання – такі як усна співбесіда з викладачем, письмова відповідь у вигляді есе в довільній формі і ін. Тому в даній роботі запропоновано до використання нову систему дистанційного щоденного контролю знань студентів-медиків, яка ґрунтується на інформаційних та тестових технологіях.

**Система щоденного дистанційного контролю знань студентів**, яка пропонується і вже використовується в Тернопільському державному медичному університеті ім. І.Я. Горбачевського, реалізована за допомогою програмного середовища Moodle. Програмне середовище Moodle належить до класу прикладних програм, відомих під назвами – системи дистанційної освіти, мережеві навчальні системи, інформаційні системи електронного навчання і ін. Їх спільною особливістю є надання можливостей:

– кожному студенту та викладачу переглядати навчально-методичні матеріали;

– взаємодіяти між учасниками навчального процесу;

– оцінювати навчальний рівень джерел інформації та мати до них доступ в будь-який момент часу.

Такі системи існують на багатьох рівнях середині навчальних підрозділів і поза ними:

– комп'ютерні мережі навчальних аудиторій;  
– комп'ютерні мережі кафедр;  
– комп'ютерні мережі факультетів та інститутів;

– електронні бібліотеки;

– електронні навчальні ресурси (комп'ютерні симулятори та манекени) і ін.

При цьому досягається висока взаємодія між:

– викладачами;

– студентами;

– широким колом осіб в медіа-центрах, бібліотеках, інших навчальних закладах, науково-дослідних лабораторіях, лікувальних закладах, будь-яких інших місцях, де збирається навчально-наукова інформація, створюються знання та зберігаються навчальні ресурси.

Технічними особливостями таких програмних систем є наступне:

– програми працюють на зразок поштових серверів (Yahoo);

– робота студента або викладача нагадує роботу із власною електронною поштовою скринькою;

– створюються папки (Inbox), в яких зберігаються методичні матеріали, присвячені різним навчальним дисциплінам;

– є можливість вести інтерактивне спілкування (чат) з викладачами згідно із розкладом;

– пересилати комп'ютерне відео та презентації;

– здійснювати оцінювання знань студентів.

Саме остання можливість таких систем використана в Тернопільському державному медичному університеті для організації та проведення щоденного дистанційного тестового контролю знань студентів.

Далі покажемо основні дії викладачів при роботі в даній системі.

Робота викладача в системі Moodle розпочинається із створення сайту дисципліни. Це робота адміністратора системи. Він вводить назву дисципліни, задає кількість занять, підключає викладачів та студентів даної навчальної дисципліни згідно логінів та паролів.

Для створення нового тестового контролю спочатку потрібно увійти в систему та заре-

єструватися. Потім потрібно вибрати дисципліну – наприклад “Нормальна фізіологія”.



Далі відкриється вікно сайту курсу. Для того, щоб створити тестовий контроль для заняття №3 за темою “Фізіологія автономної нервової системи. Роль автономної нервової системи в регуляції функцій внутрішніх органів. Центральна регуляція вегетативних функцій організму” потрібно спочатку перейти в режим редагування. Для цього потрібно натиснути кнопку “Редагувати” на Панелі інструментів ліворуч. Відкривається сайт курсу в режимі редагування (зверніть увагу, що така можливість є лише в адміністраторів та викладачів). Далі потрібно розгорнути список “Додавання завдання...” в занятті 3 і вибрати “Тест”:

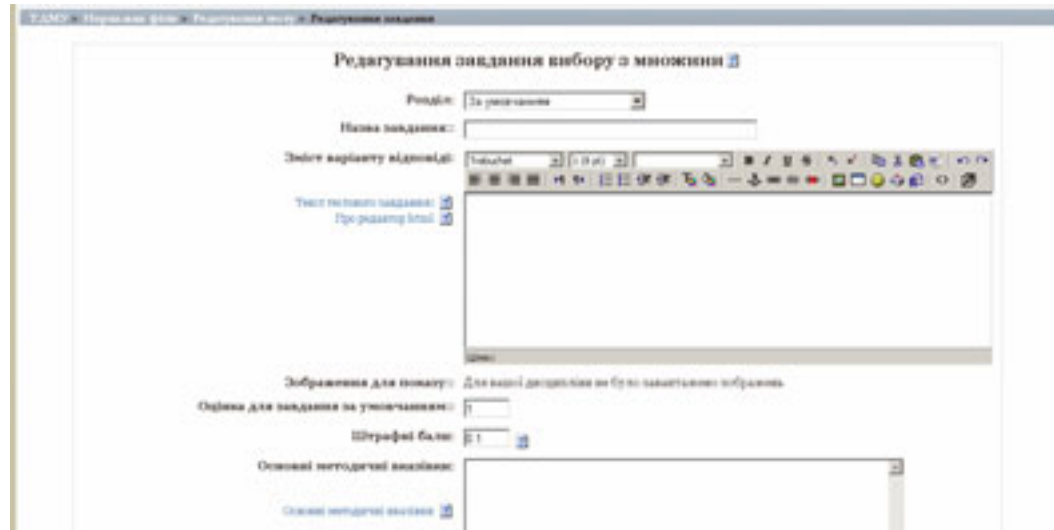
У вікні планування тесту, що відкрилося вводяться параметри тесту, зокрема його назва. Усі інші параметри (окрім початку та кінця тестування, які встановлюються за потребою) встановлюються у відповідні значення. Наприкінці потрібно натиснути кнопку “Зберегти” для збереження введених даних про запланований тестовий контроль.

Після цього користувач автоматично потрапляє у вікно створення тестових завдань тестового контролю. Зверніть увагу, що для того, щоб звідси повернутися на сайт дисципліни, потрібно натиснути назву дисципліни – в даному випадку “Нормальна фізіологія”. Для того,

щоб вийти із режиму редагування, потрібно натиснути кнопку “Закінчити редагування”.

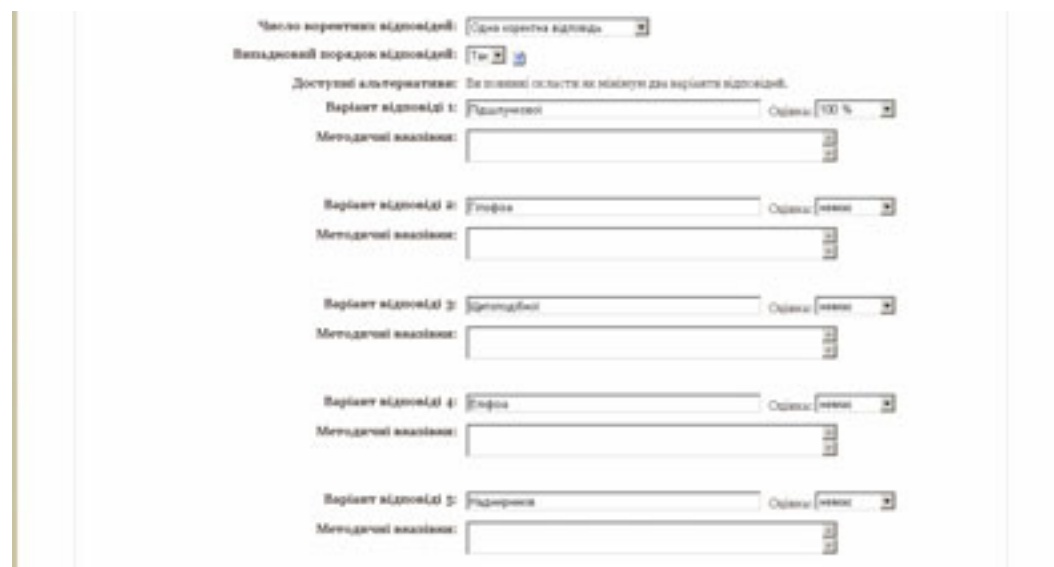
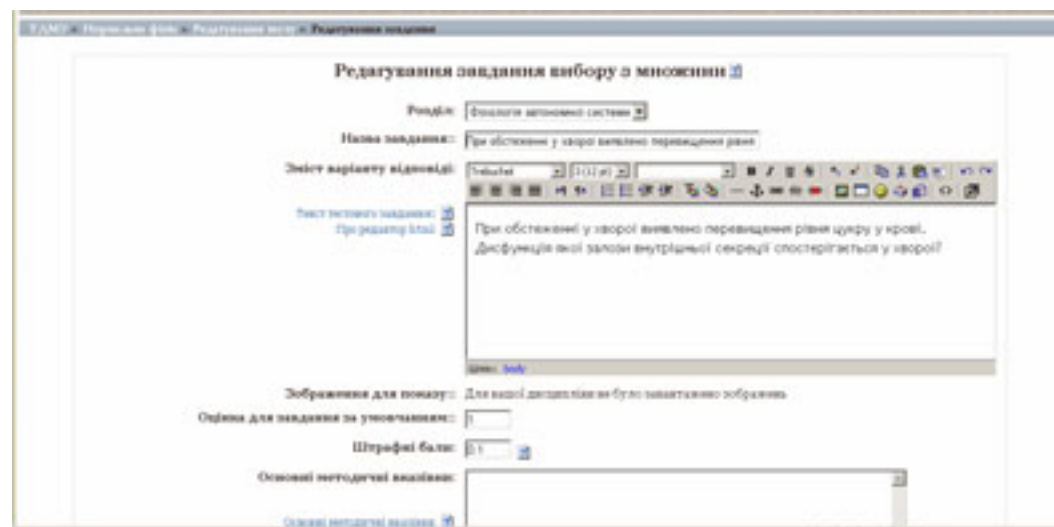
*Створення розділу тестових питань.* Для об’єднання тестових питань по темах занять і подальшої зручності при їх використанні створюються розділи тестових питань. Дотримуватимемося порядку, згідно з яким для кожного нового заняття створюється окремий розділ. Для створення розділу потрібно зайти на закладку “Розділи” вікна редагування тесту. У поле “Розділ” потрібно ввести назву розділу – назву теми заняття (допускається скорочення) – Фізіологія автономної нервової системи та натиснути кнопку “Додати”. З’являється список доступних курсів.

*Створення нового тестового завдання* для включення у розділ тестових завдань. Необхідно зайти у “Вікно створення тестових завдань тестового контролю”. Якщо ж тестовий контроль створюється вперше, то Ви в нього потрапите, натиснувши назву тестового контролю, або, якщо тестовий контроль вже відбувався, то для цього існує кнопка “Оновити тест”. У вікні редагування тесту потрібно перейти на закладку “Тестові завдання” і вибрати в полі “Обрати...” “Вибір з множини (закрита форма)”. З’являється вікно створення тестового завдання:



Для додавання нового тестового завдання в розділ “Фізіологія автономної нервової системи”, який було попередньо створено, потрібно

ввести та встановити відповідні значення параметрів і полів для вводу:



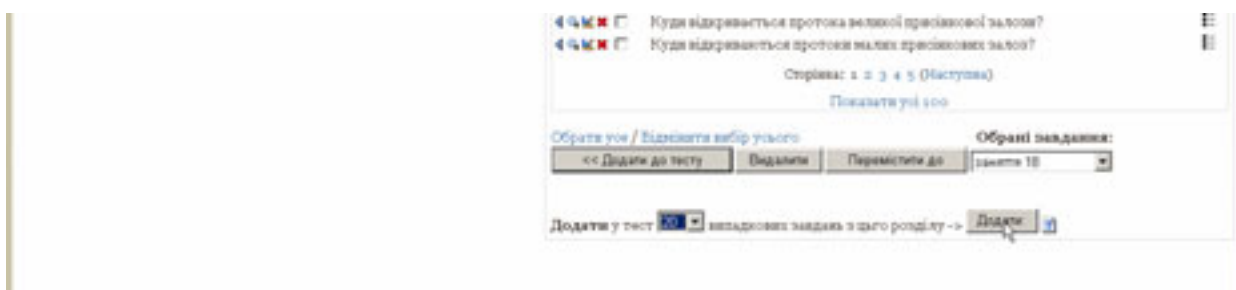
Тут відповідь “Підшлункової” є вірною. Потрібно натиснути кнопку “Зберегти” внизу вікна. Дане тестове завдання додане до тестових завдань розділу. Таким же чином створюють більше 100 тестових завдань до одного практичного заняття, поміщаючи їх в розділ, який співпадає з назвою практичного заняття.

Можна переглянути тестові завдання, які включені в даний розділ. Для цього потрібно зайти на закладку “Тест” вікна редагування тестового контролю і вибрати в полі “Розділ” назву потрібного розділу даної дисципліни – наприклад, “Фізіологія автономної нервової системи”. Отримаємо список створених тестових завдань розділу (в даному випадку одне).

Також система допускає виправлення помилок при створенні тестового завдання в розділі. Для цього потрібно зайти у вікно редагування

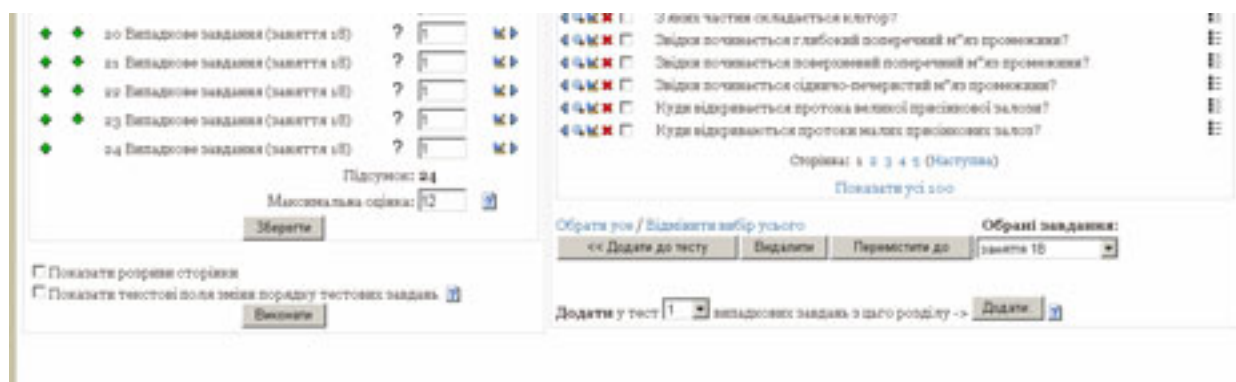
тестового контролю на закладку “Тест”, вибрати потрібний розділ, знайти потрібне тестове завдання і натиснути кнопку редагування тестового завдання ліворуч. Відкриється вікно редагування тестового завдання. Внесіть відповідні зміни, після чого натисніть кнопку “Зберегти”.

Після того, як створено достатню кількість тестових завдань для тестового контролю (більше 100 тестових завдань для одного практичного заняття) тестові завдання додаються з розділу до тестового контролю. Для цього потрібно зайти на закладку “Тест” вікна редагування тестового контролю і вибрати потрібний розділ (наприклад, “Заняття 18”). Внизу сторінки встановіть “Додати до тесту” – 20 “випадкових завдань з цього розділу” і натисніть кнопку “Додати”:



Після цього потрібно додати таким же чином ще 4 “випадкових завдань з цього розділу”. В результаті у вікні редагування тестового контролю на закладці “Тест” ліворуч з’явиться список з 24 випадкових завдань розділу:

Внизу списку знаходяться дві важливі оцінки: “Підсумок” та “Максимальна оцінка”. Потрібно звернути увагу, щоб були встановлені наступні значення:



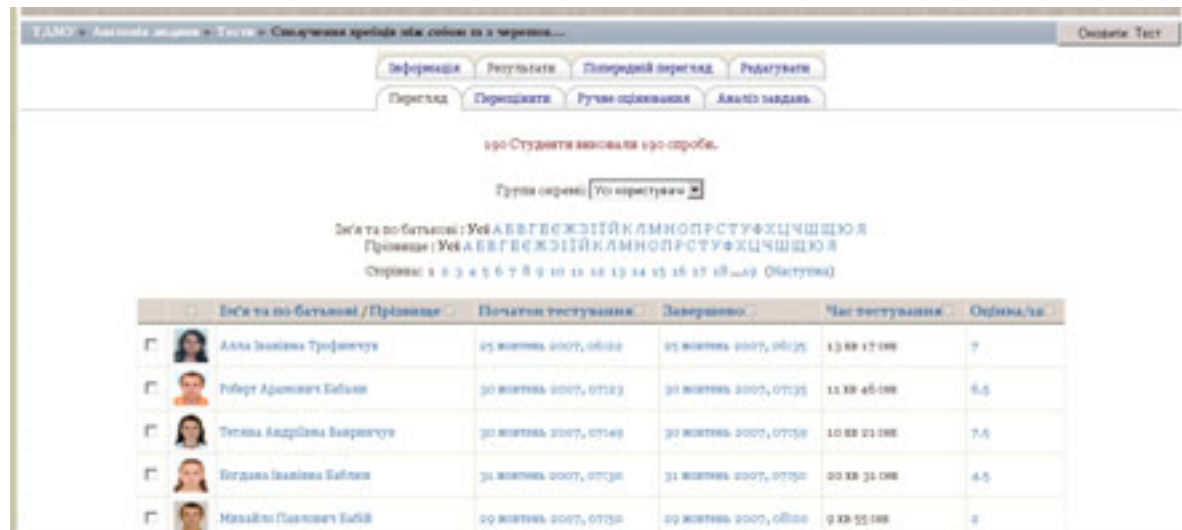
Натиснемо кнопку “Зберегти”. Таким чином, в тестовий контроль включені 24 тестові завдання, які вибираються випадковим чином і оцінюються максимальним балом – 12.

Дату і час проведення тестового контролю можна встановити відразу при створенні тес-

тового контролю. Потім їх можна змінити натиснувши кнопку “Оновити тест” у вікні редагування тестового контролю. Відкриється вікно організації проведення тестового контролю, куди потрібно внести відповідну дату і час і натиснути кнопку “Зберегти”:

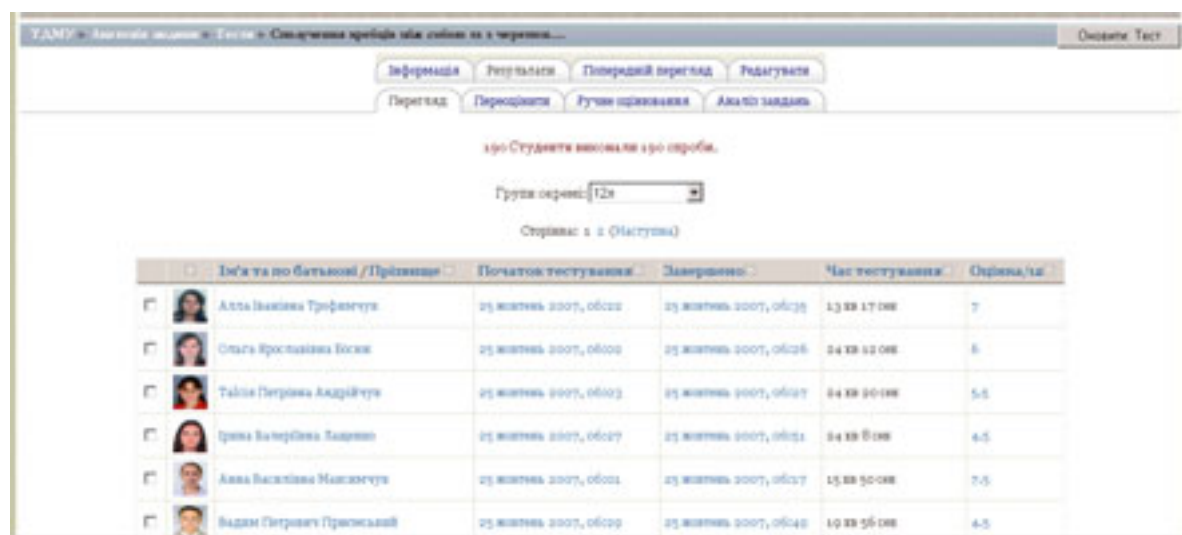


**МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА  
ТА ІНЖЕНЕРІЯ**



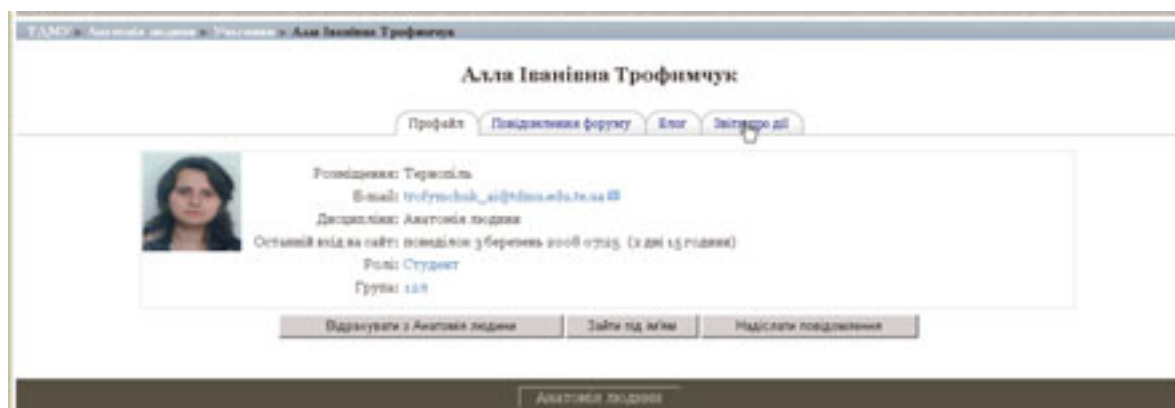
В полі “Групи окремі” можна вибрати номер відповідної групи студентів – наприклад, 12.

Відкриється список результатів студентів цієї групи:



Можна переглянути протокол відповідей із даного тестового контролю конкретного студента. Для цього потрібно натиснути на відповідну оцінку. Для того, щоб переглянути

результати складання даним студентом інших тестових контролів, слід натиснути прізвище цього студента та на його сайті вибрати закладку “Звіти про дії”:

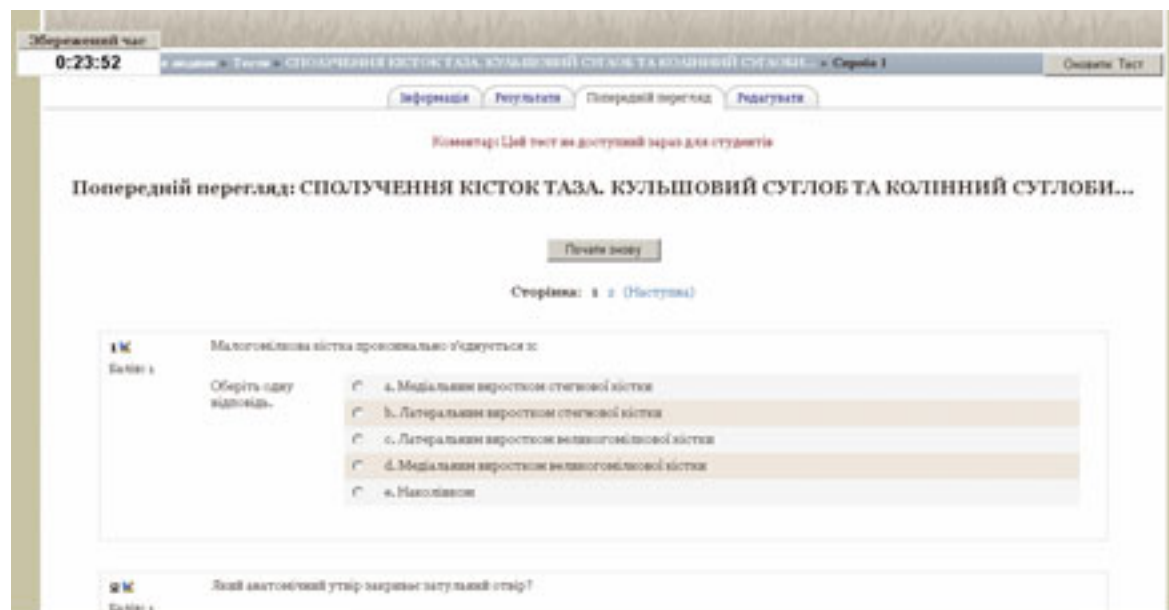




Таким чином отримаємо інформацію щодо інших тестових контролів.

Також викладач може попередньо переглянути, як виглядатиме складання тестового контролю для студента, і тим самим пересвід-

читися, що все гаразд з якісним та кількісним складом тестових завдань. Для цього слід зайти у вікно редагування тестового контролю і натиснути закладку “Попередній перегляд”. Відкриється вікно складання тестового контролю:



Зверніть увагу, що тестові завдання вибираються випадково. Для студентів вони будуть зовсім інші – все залежить від об’єму бази тестових завдань. Для завершення тестування слід натиснути внизу кнопку “Закінчити тестування”.

Можна здійснити імпорт в Moodle тестових завдань з файлу, підготовленого в текстовому

редакторі Microsoft Word. Для цього у Вас попередньо повинен бути підготовлений текстовий файл із тестовими завданнями у певному форматі (рекомендуємо формат Aiken – див. далі) і збережений у вигляді звичайного тексту .txt (кодування UTF-8). Загальний вигляд тестових завдань, підготовлених у форматі Aiken, наступний:

Які частини має наколінок:  
 А. Основу та верхівку.  
 В. Основу, верхівку та тіло.  
 С. Верхівку та тіло.  
 D. Основу та тіло  
 E. Жодного вірного варіанта  
 ANSWER: A

**Примітка.** Звертайте увагу на вживання в якості дескрипторів лише англійських літер A, B, C, D, E.

Після того, як текстовий файл підготовлено в текстовому редакторі Microsoft Word, його слід зберегти у форматі “Обычный текст .txt”. Після цього файл слід відкрити стандартним редактором Блокнот (Notepad) та Perezберегти у тому ж текстовому форматі .txt, але в кодуванні UTF-8 (це обов’язково). Допус-

кається імпортування лише із звичайних текстових файлів у кодуванні UTF-8.

Далі потрібно зайти в систему “Moodle” під іменем та паролем викладача та зайти на сайт дисципліни, наприклад “Анатомія людини”. В панелі керування “Адміністрування” виберемо команду “Тестові завдання”. У вікні



УДК 577.356; 614.777.

## РЕАКЦИЯ ВОДИ НА ПРИРОДНЫЕ И ШТУЧНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ Сверхнизкой интенсивности

А.Б. Завгородний, П.П. Лошицкий, В.Н. Мамаев, Д.Ю. Минзяк,  
Л.Д. Писаренко

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"  
Институт кибернетики имени В.Н. Глушкова НАНУ*

**Резюме.** Проведено дослідження реакції води – зміна її спонтанних коливань при впливі зовнішніх факторів наднизької інтенсивності. Показано, що стани води можуть залежати від фаз Місяця, а також від впливу електромагнітних полів нетеплової інтенсивності.

**Ключові слова:** дисперсія, диференціальна температура, коливання, автокореляційна функція, шуми.

## REACTION OF WATER ON NATURAL AND ARTIFICIAL PHYSICAL FACTORS OF SUPERLOW INTENSITY

А.Б. Завгородний, П.П. Лошицкий, В.Н. Мамаев, Д.Ю. Минзяк,  
Л.Д. Писаренко

*Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт"  
Институт кибернетики имени В.Н. Глушкова НАНУ*

**Резюме.** Проведено исследование реакции воды – изменение ее спонтанных колебаний при влиянии внешних факторов крайне низкой интенсивности. Показано, что состояния воды могут зависеть от изменений фаз Луны, а также от воздействия электромагнитных полей нетепловой интенсивности.

**Ключевые слова:** дисперсия, дифференциальная температура, колебания, автокорреляционная функция, шумы.

## WATER REACTION FOR THE NATURAL AND ARTIFICIAL PHYSICAL FACTORS, WHICH HAVE THE LOW INTENSITY

A.B. Zavgorodniy, P.P. Loshitski, V.N. Mamaev, D.Yu. Minzyak, L.D. Pisarenko

*National technical university of Ukraine "Kiev polytechnic institute"  
V.N. Glushkov institute of cybernetics*

**Summary:** The researching of the water reaction was done – the changing of its spontaneous oscillation by the influence of the external factors, which have the low intensity. It is shown that the state of the water depends of the Moon phases and the influence of the electromagnetic field which has nonthermal intensity.

**Key words:** dispersion, differential temperature, oscillation, autocorrelation function, noise.

**ВСТУП.** Фізioterапевтичні методи лікування досить широко представлені в арсеналі практичної медицини. Ці методи, зазвичай, умовно поділяють на теплові – ті, що використовують фізичні чинники значної потужності та трансформують свою енергію в тепло, що є основою лікувальної дії, і нетеплові – ті, що вико-

ристовують специфічний вплив фізичного чинника на біологічний об'єкт [1]. При цьому, як теплові дії визначаються обводненістю тканин, так і для нетеплових дій основною "мішенню" взаємодії з фізичним чинником є вода. Саме вода є первинною ланкою в ланцюзі трансформації енергії фізичного чинника в біологічну

© А.А. Завагородній, П.П. Лошицкий, В.Н. Мамаев, Д.Ю. Минзяк, Л.Д. Писаренко

реакцію організму [2]. Тому дослідження властивостей води, її реакції на різні чинники природного і штучного походження є не тільки важливим, але і необхідним етапом розуміння суті процесів, що відбуваються, і створення на їх основі фізіотерапевтичної апаратури.

Як асоціативна рідина, вода за своїми фізико-хімічними властивостями значно ближча до полімерів, ніж до простих рідин. Тому слід очікувати наявності певних колективних процесів, зокрема, коливань величин її фізичних параметрів, не пов'язаних з поведінкою окремих молекул. У роботах [3, 4] показано, що світлорозсіювання лазерного променя, що проходить через кювету з водою, має характер випадкових коливань. Проте ці коливання могли бути викликані впливом самого лазерного випромінювання, хоча воно було дуже малої потужності. Питання про спонтанні коливання води і причини, що викликають ці коливання, може виявитися принциповим.

Метою даної роботи є дослідження реакції води на природні і штучні зовнішні чинники наднизької інтенсивності, знаходження фізичних критеріїв, відповідних біологічно активному стану води.

**МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.** Для дослідження властивостей води використовували дистильовану воду напівпровідникової чистоти (99,9 %).

Як критерій впливу на воду різних чинників наднизької інтенсивності була обрана дисперсія шуму диференціальної температури, яка вимірювалася за допомогою спеціально розробленої установки з похибкою вимірювання 0,03 °С. Решта характеристик і детальна методика вимірювань диференціальної температури наведені в роботі [5].

Джерелом штучного випромінювання наднизького рівня слугувала установка "Ораторія-4М" – генератор ширококутового електромагнітного шуму вкрай високих частот (ВВЧ) з інтегральною вихідною потужністю  $10^{-9}$  Вт/см<sup>2</sup>. Біологічна активність активованої води визначалася за допомогою біодетекторів – насіння проса. У чашках Петрі розміщували насіння зі встановленим відсотком схожості по 15 штук у кожній. Насіння заливали дистильованою водою, заздалегідь обробленою ВВЧ-випромінюванням протягом заданого проміжку часу 1 раз на добу. Таким чином, були контрольні зразки, вода в яких не піддавалася зовнішній

дії, а також дослідні зразки, в кожному з яких насіння заливали водою, обробленою електромагнітним випромінюванням протягом певного періоду часу в 5, 10, 15, 20 і 25 хвилин відповідно. Воду піддавали зовнішній дії протягом заданого часу щодня і замінювали нею колишню воду, в якій знаходилося насіння. На десятій день, коли насіння достатньо проростало, проводили заміри довжин коріння і паростків для кожного дослідження окремо, і визначали тривалість дії на воду, при якій досягалися максимальні величини довжин коріння і паростків. Досліди повторювали три рази. Оскільки результати відтворювалися досить добре, в більшій кількості повторень дослідів не було необхідності. Для температури 22,5 °С тривалість дії електромагнітним випромінюванням на воду, при якій досягаються максимальні величини довжин і коріння, і паростків, склала 20 хвилин. Цей період був прийнятий за такий, при якому вода досягає максимальної біологічної активності.

Вимірювання диференціальної температури дистильованої води без штучної дії зовнішнім чинником проводили щодня по 65 хвилин на день протягом грудня 2007 року.

Вимірювання диференціальної температури дистильованої води при ВВЧ-опромінюванні проводили за наступною схемою:

- 10 хвилин – до дії ВВЧ-випромінювання;
- Т хвилин – час дії, фіксований для кожного дослідження;
- 15 хвилин – після дії ВВЧ-випромінювання.

Для статистичної обробки результатів вимірювань розглядалася вибіркова автокореляційна функція дисперсії диференціальної температури, яку визначали за формулою:

$$r(u) = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N-u} (x_i - x)(x_{i+u} - x)}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - x)(x_i - x)},$$

де  $N$  – розмір вибірки,  $x$  – середнє значення величини.

**РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ.** Розроблена установка для вимірювання диференціальної температури не впливає на розчини, температура яких вимірюється, тобто не може викликати появу спонтанних коливань. Тому була проведена серія експериментів із дослідження залежності диференціальної температури

води, яку вимірювали протягом місяця по 65 хвилин в день, для встановлення наявності і характеру спонтанних коливань. На рисунку 1 представлена гістограма величини дисперсії

шумів диференціальної температури дистильованої води, від часу спостереження при вибірці в одну хвилину.

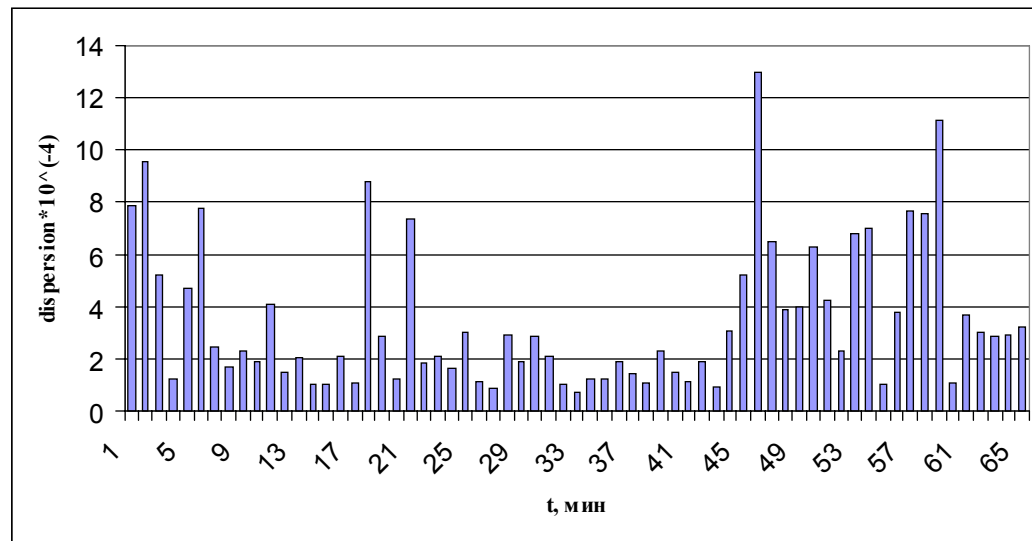


Рис. 1. Залежність величини дисперсії від часу спостереження для шумів диференціальної температури (21 грудня 2007 року).

Оскільки спонтанні коливання води і, отже, зміни шумів температури мають характер майже випадкового процесу, то представлена залежність є однією з реалізацій цього процесу. Враховуючи, що установка проводить в середньому близько 40 вимірювань в секунду, то протягом часу вибірки в 1 хвилину кількість вимірювань (близько 2400) достатня для

оперування середніми величинами, іншими словами вибірка є репрезентативною.

Проведена серія вимірювань показала, що інтенсивність дисперсії диференціальної температури залежить від дати спостереження. На рисунку 2 показана залежність математичного очікування дисперсії шумів диференціальної температури від дати і відповідної фази Місяця.

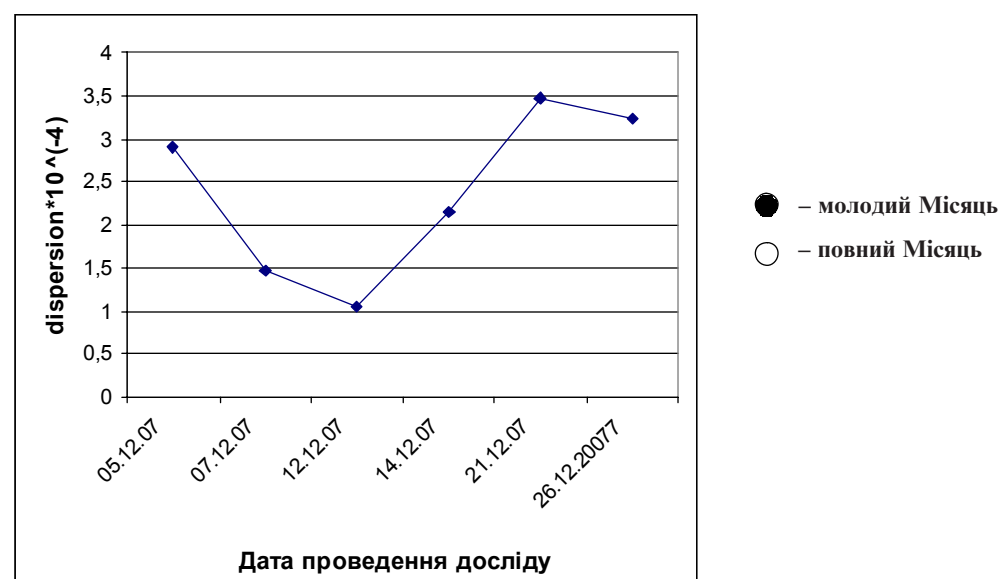


Рис. 2. Залежність математичного очікування дисперсії диференціальної температури від дати проведення дослідю.

На рисунку 3 представлена вибірка автокореляційна функція для дистильованої води, яка отримана як середнє арифметичне від авто-

кореляційних функцій усіх наявних вибірок даних.

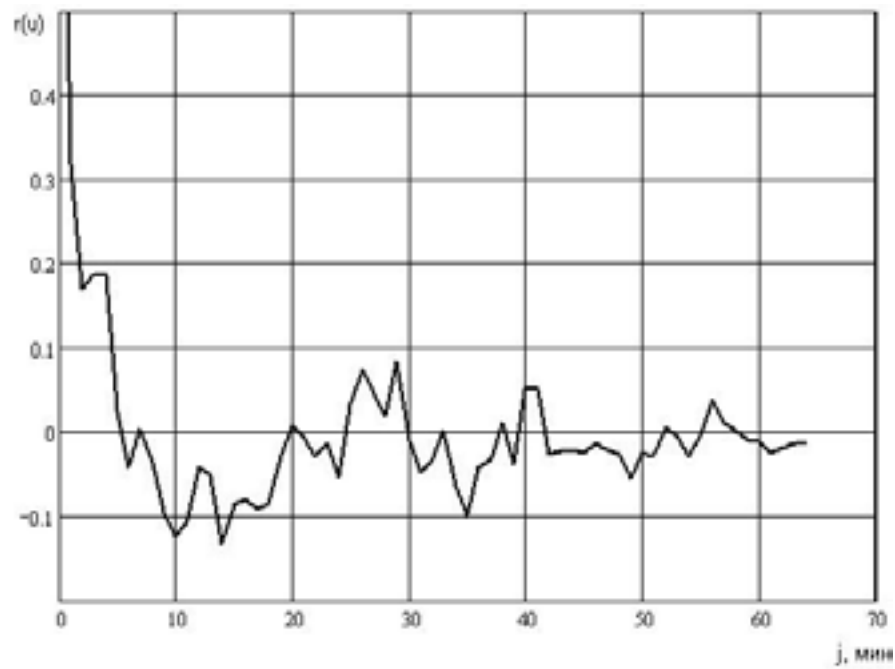
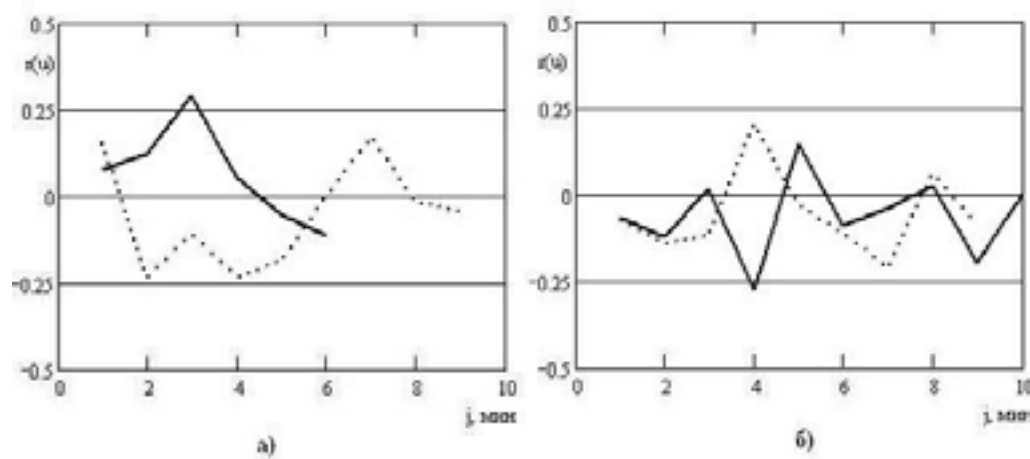


Рис. 3. Вибірка автокореляційна функція для дистильованої води.

На інтервалі до 5 хвилин вибірка автокореляційна функція має позитивну кореляцію. Це означає, що, якщо величина дисперсії диференціальної температури має значення, яке перевищує середнє значення, то мабуть, що протягом подальших 5 хвилин воно не спаде нижче за цю величину. При великих часових зсувах вибіркові оцінки вельми малі, що не дає можливості, враховуючи кінцевий розмір вибірки даних, за якими побудована ця вибірка автокореляційна функція, чітко і однозначно їх трактувати. У якійсь мірі отримані резуль-

тати підтверджують наявність коливань періоду 5...10 хвилин [3], але коливання з ритмікою 25...30 і 35...40 хвилин нами не виявлені.

При дії на воду ВВЧ-випромінювання досліджувалися характеристики диференціальної температури в кожному з часових відрізків – до, в час і після дії фізичного чинника. При цьому спостерігалася стійка зміна кореляції, особливо на інтервалі в 3-4 хвилини після дії ВВЧ-випромінювання. На рисунку 4 (а...д) наведені залежності автокореляційних функцій до і після відповідної дії.



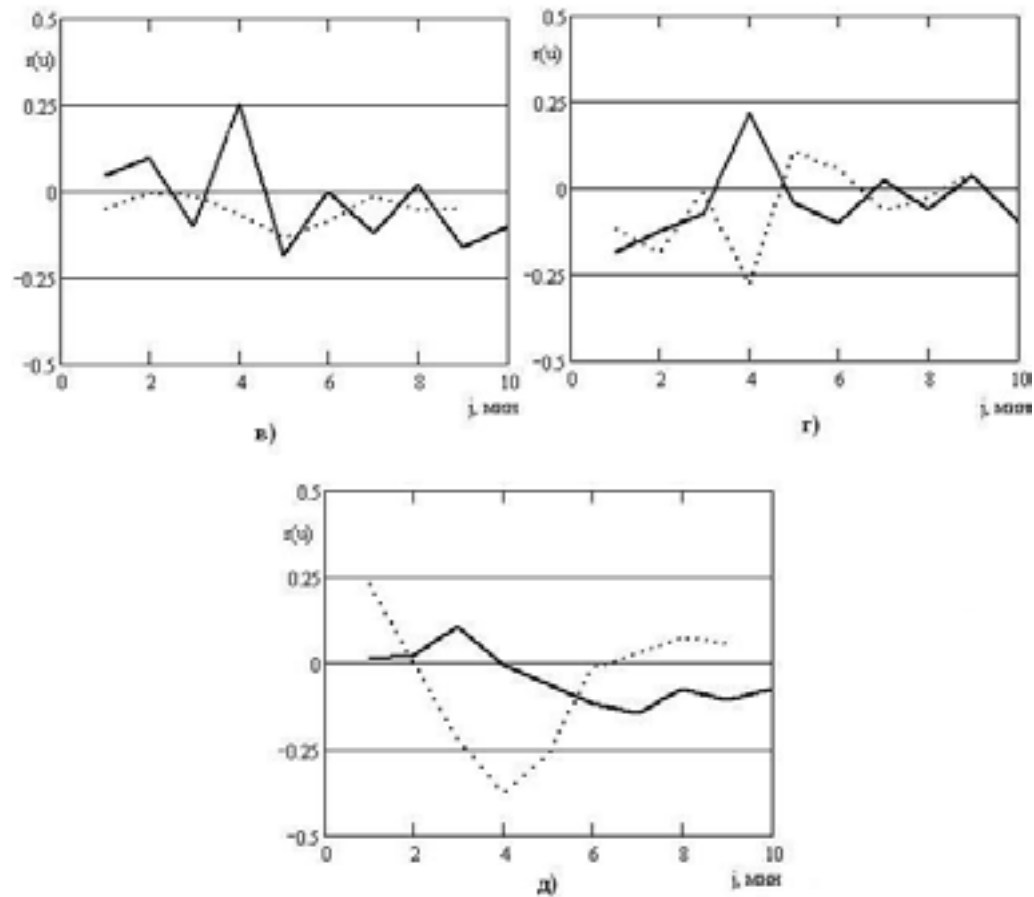
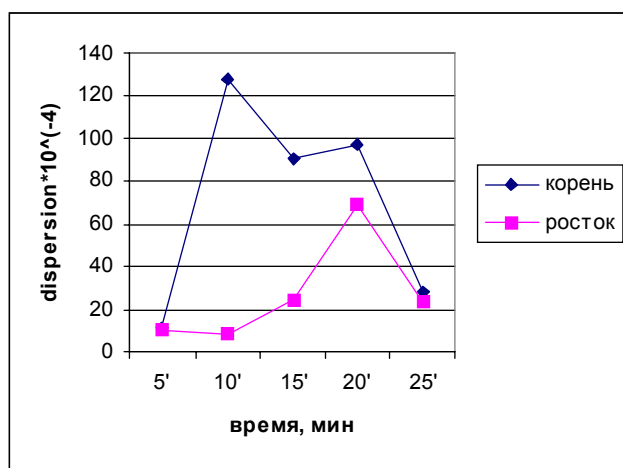


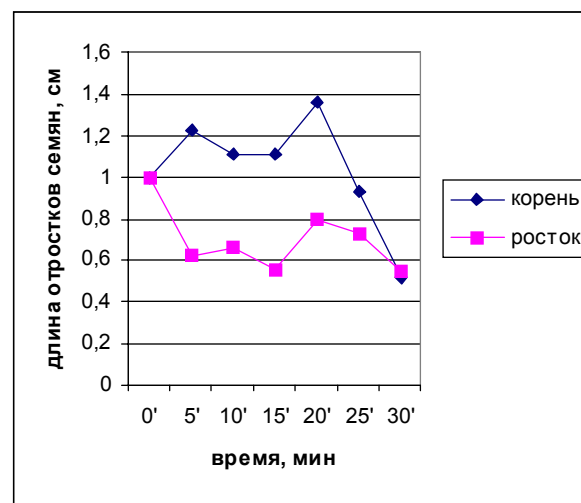
Рис. 4. Вибіркова автокореляційна функція до і після відповідного впливу.  
Тривалість впливу: а) 5 хв; б) 10 хв; в) 15 хв; г) 20 хв; д) 25 хв.

На рисунку 5 наведено порівняння біологічної активності опроміненої води і залежність

величини дисперсії диференціальної температури від часу дії ВВЧ-випромінювання.



а



б

Рис. 5. Залежність біологічної активності води від тривалості впливу ВВЧ – а, залежність дисперсії диференціальної температури від тривалості опромінення води – б.





УДК 519.237.8:004.4:616-079

## МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В ПРОГРАМІ MICROARRAYTOOL ДЛЯ АНАЛІЗУ ДАНИХ ДНК-МІКРОАРРЕЇВ

С.С. Івахно<sup>1</sup>, О.І. Корнелюк<sup>1</sup>, О.П. Мінцер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут молекулярної біології і генетики НАН України

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

**Резюме.** Мікроаррей-технології або ДНК-чипи дозволяють проводити кількісний аналіз експресії десятків тисяч генів. В даній роботі описана нова програма Microarraytool для аналізу ДНК мікроаррей-даних, яка дозволяє проводити трансформацію та нормалізацію даних, виконувати кластерний аналіз та порівнювати різні експерименти за допомогою статистичного аналізу. Імплементовано такі методи кластерного аналізу: ієрархічний кластерний аналіз, метод кластеризації k-середніх, карти ознак, що самоорганізуються (SOM) та SOTA-кластеризація. Проведено тестування алгоритмів для кластерного аналізу для мікроаррей-даних Стенфордської бази даних з експресії первинних фібробластів людини для 8613 індивідуальних генів на різних часових проміжках після стимуляції. Аналіз даних показав коректне виконання алгоритмів, імплементованих в програмі Microarraytool.

**Ключові слова:** ДНК-мікроарреї, біоінформатика, кластерний аналіз.

## МЕТОДЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В ПРОГРАММЕ MICROARRAYTOOL ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ ДНК-МИКРОАРРЕЕВ

С.С. Ивахно<sup>1</sup>, А.И. Корнелюк<sup>1</sup>, О.П. Минцер<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины

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

**Резюме.** Микроаррей-технологии или ДНК-чипы позволяют проводить количественный анализ экспрессии десятков тысяч генов. В данной работе описана новая программа Microarraytool для анализа ДНК микроаррей-данных, которая позволяет проводить трансформацию и нормализацию данных, выполнять кластерный анализ и сравнивать разные эксперименты с помощью статистического анализа. В программе имплементированы такие методы кластерного анализа: иерархический кластерный анализ, метод кластеризации k-средних, карты самоорганизующихся признаков (SOM) и SOTA-кластеризация. Проведено тестирование алгоритмов кластерного анализа для микроаррей-данных Стэнфордской базы данных по экспрессии первичных фибробластов человека для 8613 индивидуальных генов на разных временных промежутках после стимуляции. Анализ данных показал корректное выполнение алгоритмов, имплементированных в программе Microarraytool.

**Ключевые слова:** ДНК-микроарреи, биоинформатика, кластерный анализ.

## CLUSTERING METHODS IMPLEMENTED INTO MICROARRAYTOOL PROGRAM FOR ANALYSIS OF DNA MICROARRAY DATA

S.S. Ivakhno<sup>1</sup>, O.I. Kornelyuk<sup>1</sup>, O.P. Mintser<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Molecular Biology and Genetics of National Academy of Sciences of Ukraine

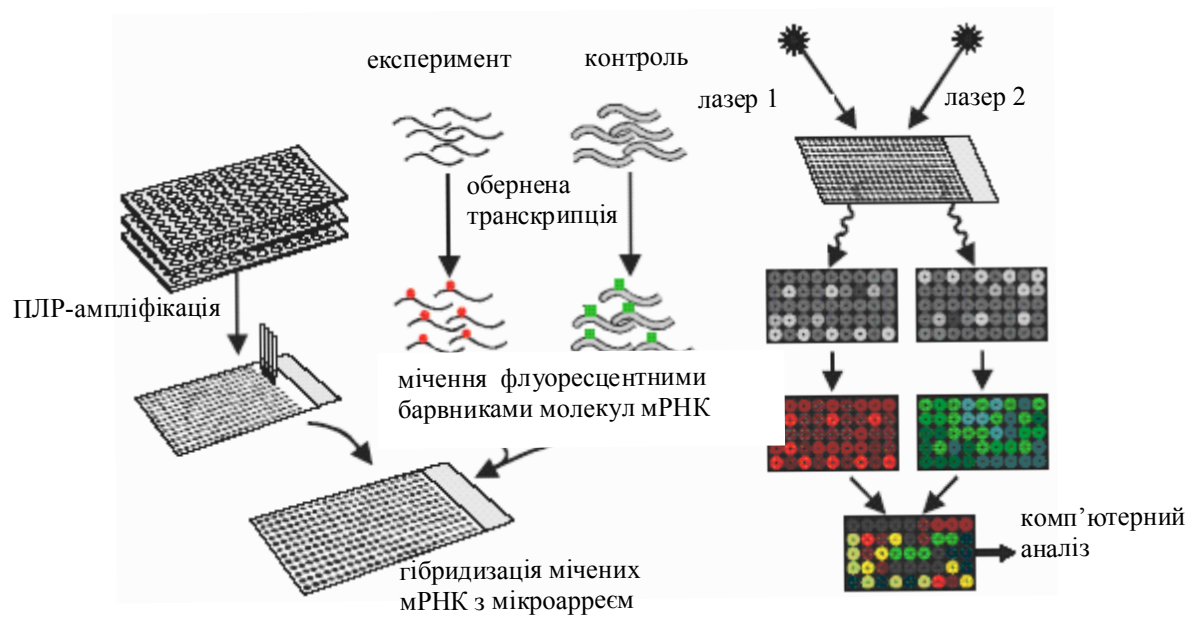
<sup>2</sup>National Medical Academy of Post-Graduate Education named after P.L. Shupyk of Ministry of Public Health of Ukraine

**Summary.** Microarray technologies (DNA chips) allow to perform a quantitative analysis of expression of ten thousands genes. In this work a novel Microarraytool program was developed which allows to perform the cluster analysis and to compare the different experiments data by statistical analysis. Several clustering algorithms have been implemented into Microarraytool program: hierarchical clustering, k-means clustering, self-organizing maps (SOM) algorithm and self-organizing tree maps (SOTA) algorithm. The testing of these algorithms was performed using the Stanford Microarray Database for expression of 8613 individual genes in human fibroblasts after stimulation. The testing procedure revealed a correct performance of these algorithms implemented into Microarraytool program.

**Key words:** DNA microarrays, bioinformatics, clustering analysis.

**ВСТУП.** Мікроарреї (microarrays) або ДНК-чіпи є новим напрямком молекулярно-біологічних досліджень, який орієнтований на інтегральне вивчення експресії геному. Ця новітня технологія дозволяє проводити детекцію, ідентифікацію та кількісний аналіз експресії десятків тисяч генів [1]. В експерименті досліджується гібридизація мічених флуоресцентними барвниками молекул РНК, виділених з клітин, до ДНК-мішеней на поверхні ДНК-чіпа (рис. 1). На наступному етапі проводиться детекція флуоресценції з кожної точки (окремої ДНК-мішені), причому рівні інтенсивностей

залежать від комплементарності молекул ДНК до РНК-проб. Оскільки кожна точка на поверхні ДНК-чіпа має генну анотацію, інтенсивність флуоресценції після зв'язування з відповідною РНК-пробою інтерпретується як рівень експресії специфічної мРНК. Мікроаррей-технології знайшли широке використання в аналізі диференційної генної експресії [2], детекції однонуклеотидного поліморфізму [3], генотипуванні [6], вивченні екзон-інтронної будови генів [7], філогенетичному аналізі [8], ідентифікації маркерів пухлин [9] та інших застосуваннях [8-10].



**Рис 1.** Схема кДНК мікроаррей-експерименту. кДНК наносяться на мікроскопічний слайд, потім кДНК гібридується з пулом молекул мРНК, мічених флуоресцентними барвниками. Після гібридизації слайд сканується двома лазерами, отримані знімки використовуються в подальшому аналізі.

На даний момент розроблено кілька програм для аналізу мікроаррей-даних, які використовують різноманітні методи нормалізації та кластеризації. Більшість алгоритмів для аналізу мікроарреїв були запозичені з математичних розробок в інших галузях знань, передусім, економіки та інженерії [11]. Ці алгоритми, як правило, розроблені для аналізу даних із невеликою кількістю елементів (не більше 1 000), хоча стандартний мікроаррей містить десятки тисяч генів.

Метою даної роботи є розробка нової програми Microarraytool для аналізу мікроаррей-даних, що використовує адаптовані варіанти

алгоритмів нормалізації та кластеризації. Серія адаптацій програмного коду алгоритмів дозволяє прискорити їх виконання і, таким чином, робить можливим аналіз з великою кількістю елементів.

**МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ. Трансформація мікроаррей-даних.** В програмі Microarraytool використані кілька методів трансформації мікроаррей-даних, які можуть бути застосовані перед статистичною обробкою експериментальних даних. Використовується логарифмічна трансформація, оскільки результати експериментів представляються у вигляді пропорцій флуоресцентних барвників. Крім того,

використовуються центрування за середнім чи медіаною, поділ на середнє квадратичне чи дисперсію, дискретизація даних.

**Методи обчислення відстаней для алгоритмів кластеризації.** Всі кластерні алгоритми використовують методи обчислення відстаней між генними векторами для порівняння рівнів генної експресії. В програмі Microarraytool застосовані наступні методи: кореляційний коефіцієнт Персона, нецентризований коефіцієнт Персона, ступеневий кореляційний коефіцієнт Персона, косинусний кореляційний коефіцієнт, кодисперсія, евклідова відстань, манхеттенська відстань та непараметрична кореляція Спермана.

**Кластерний аналіз.** Кластерний аналіз може бути визначений як процес розподілу набору об'єктів в окремі підмножини на основі їхньої подібності [12]. Метою аналізу є отримання кластерів, які, з одного боку, максимізують міжкластерну варіабельність, а з іншого – мінімізують внутрішньокластерну відстань. Отже, метою є знаходження набору генів, що мають схожі між собою рівні експресії та максимально відрізняються від рівнів експресії інших генів. В програмі Microarraytool імплементовано кілька різних методи кластерного аналізу.

**1. Ієрархічний кластерний аналіз.** Цей метод кластеризації трансформує матрицю відстаней в ієрархію вкладених підмножин. Ієрархія може бути представлена деревоподібною дендрограмою, в якій кожний кластер вкладений в інший кластер. В Microarraytool було імплементовано агломеративний кластерний аналіз. Агломеративний кластерний аналіз виконується в наступному порядку: 1). Спершу обчислюється відстань між усіма об'єктами і будується матриця відстаней. Кожний об'єкт представляє кластер, що містить лише його самого. 2). На наступному етапі знаходяться два кластери з мінімальною відстанню один від одного, які потім об'єднуються і замінюються одним кластером. Ці процедури повторюються, доки загальне число кластерів не буде дорівнювати одиниці.

**2. Метод кластеризації k-середніх.** Метод кластеризації k-середніх – це ітеративне обчислення двох параметрів: параметра централізованості для кожного кластера та параметра розподілу всіх вхідних векторів в кластери.

Алгоритм k-середніх складається з двох ітеративних фаз: переміщення вхідних векторів до кластерів, які є найближчими до них; та обчислення нових центрів кластерів відповідно до параметра централізованості. Основою методу кластеризації k-середніх є мінімізація функції оптимізації для всіх кластерів. Алгоритм складається з наступних кроків: включення кожного вектора  $x_i$  з  $X$  в один з  $k$  кластерів, обчислення середнього для кожного з  $k$  кластерів, обчислення відстаней між кожним вектором і середнім значенням кожного кластера та переміщення вектора до кластера, що має найближче до нього середнє значення.

Алгоритм кластеризації k-середніх є дуже ефективним для аналізу великого набору даних. Інша перевага алгоритму k-середніх – незначні вимоги до комп'ютерної пам'яті, оскільки алгоритм не використовує матрицю відстаней. Кластери, що будуються алгоритмом k-середніх, мають, як правило, колоподібну форму.

**3. Карті ознак, що самоорганізуються (Self-Organizing Maps).** Однією з найбільш уживаних моделей нейронних сіток для кластерного аналізу є карти ознак, що самоорганізуються (SOM, Self-Organizing Maps) [13]. SOM є методом зменшення вимірності простору, який направляє вхідні дані з багатовимірного простору в вихідні дані меншої вимірності [14]. Як і інші нейронні сітки, SOM складається з нейронів, що розміщені в регулярному, звичайно одно- чи двовимірному просторі [15]. Кожний нейрон  $i$  сітки SOM репрезентується  $n$ -вимірним референтним вектором, де  $n$  дорівнює числу вимірів вхідних векторів. Нейрони сітки приєднані до інших нейронів сусідніми зв'язками, які визначають організацію сітки. SOM виконується в наступному порядку: на першому етапі проводиться ініціалізація. Далі проводиться фаза тренування, коли на кожному кроці тренування один вхідний вектор  $x$  вибирається випадково з вхідних даних і обчислюється відстань між ним та всіма референтними векторами, що формують сітку SOM. Параметр навчання – це функція часу, яка змінюється в процесі виконання SOM-алгоритму. Найчастіше параметр навчання лінійно зменшується з часом  $t$ . Фаза тренування закінчується після визначеного числа ітерацій. Важливою перевагою SOM є те, що вона може

використовуватися навіть при відсутності значень в елементах векторів генної експресії. На наступному етапі проводиться кластеризація. Алгоритм SOM розподіляє вхідні дані у випуклі регіони Вороного, кожний з яких відповідає одній одиниці (вектору) сітки SOM. Регіон Вороного  $V_i$  визначається як множина усіх векторів  $x$ , до яких референтний вектор  $x$  є найближчим:

$$V_i = \{ x \mid \|m_i - x\| < \|m_j - x\|, i \neq j \}.$$

Це означає, що вхідні вектори можна кластеризувати відповідно до їхніх регіонів Вороного. Кожний регіон Вороного, таким чином, відповідає одному кластеру, що складається з подібних між собою вхідних векторів. Отже, число кластерів має бути визначене перед початком роботи алгоритму, оскільки воно залежить лише від кількості нейронів у сітці SOM. Можна використовувати декілька експериментальних ітерацій алгоритму SOM для встановлення оптимального набору параметрів, а потім застосувати їх на кінцевій ітерації алгоритму. Оскільки число циклів у фазі тренування вибирається користувачем, для отримання надійних результатів необхідно як мінімум 100 ітерацій.

**4. SOTA-кластеризація.** Алгоритм SOTA (Self-Organizing Tree Maps) – це нейронна сітка, яка в процесі росту приймає топологію бінарного дерева [16-18]. Алгоритм SOTA базується на сітках SOM, але має декілька інновацій, які роблять його привабливішим для кластерного аналізу. Стандартний алгоритм SOM присвоює вхідні дані складного багатовимірного простору вихідним даним, що складаються з невеликої кількості кластерів. У випадку SOM вихідні дані представлені сіткою у двовимірному просторі, у випадку SOTA вихідні дані складають бінарне дерево варіабельної структури, що змінюється залежно від типу вхідних даних. Як і SOM, референтні вектори в SOTA складаються з  $n$  елементів, число яких дорівнює числу елементів у вхідних векторах. Фаза тренування, однак, починається лише з одного вектора, який розподіляється на два, якщо гетерогенність його елементів перевищує встановлений максимальний параметр гетерогенності. Тренування призупиняється, коли зміни показника між двома послідовними ітераціями стають меншими встановленого скаляра. Перевагою SOTA перед SOM є

динамічна репрезентація вихідних векторів, що дозволяє більш точно кластеризувати вхідні дані генної експресії.

**Інструменти програмування.** Java (Sun Microsystems) був вибраний як мова програмування. Для розробки програми Microarraytool використовувався інтегрований простір для розробки програм Jbuilder (Borland Inc.). Технологія Java є одночасно мовою програмування і платформою. В Java програма спочатку компілюється в перехідну мову Java-байткодів, яка є платформно незалежною і легко інтерпретується Java-платформою. Java-платформа є програмною платформою, яка виконується на інших комп'ютерних платформах (Windows, Linux, iMac та інші). Платформа Java складається з двох компонентів – віртуальної машини Java (Java Virtual Machine, Java VM) та Java-інтерфейсу розробки програм (Java Application Programming Interface, Java API).

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.** Розроблена нова програма Microarraytool для аналізу мікроаррей-даних, яка використовує адаптовані варіанти алгоритмів нормалізації та кластеризації, що дозволяє прискорити їх виконання і робить можливим аналіз з великою кількістю елементів. Ключовим етапом розробки програмного забезпечення є тестування програми та верифікація програмного коду. Для тестування програми Microarraytool ми використали мікроаррей-дані з експресії первинних фібробластів людини, які були стимульовані шляхом вилучення поживного середовища. Експеримент був проведений на кДНК-мікроарреях, що склалися з 9 800 кДНК (8613 індивідуальних генів). Мікроаррей-дані були завантажені з бази даних Стенфордського університету Stanford Microarray Database (США). Дані представлено матрицею генної експресії, що показує відносний рівень експресії генів у часових проміжках 0, 15, 30 хвилин, 1, 2, 3, 4, 8, 12, 16, 20 годин після вилучення поживного середовища. Референтним вектором у цьому експерименті виступав абсолютний рівень експресії генів у часовому проміжку 0 годин після вилучення поживного середовища. Матриця генної експресії була завантажена в структуру даних програми Microarray. Завантажені мікроаррей-дані були проаналізовані з використанням ієрархічного

агломеративного кластерного аналізу, методу кластеризації k-середніх та методу кластерного аналізу карт ознак, що самоорганізуються (SOM). Отримані результати було порівняно для визначення коректності виконання кластерних алгоритмів.

Ієрархічний кластерний аналіз є найбільш поширеним методом для аналізу мікроарей-даних. Наочна візуалізація даних, отриманих після кластеризації, є перевагою цього методу. В програму Microarraytool було імплементовано такі методи об'єднання кластерів, як метод найближчого сусіда, метод найвіддаленішого сусіда та метод середнього. Перевагою програми є можливість одночасної кластеризації генів та експериментів. Мікроарей-

експеримент зі стимуляції фібробластів людини аналізувався ієрархічним агломеративним кластерним аналізом з використанням наступних параметрів: 1). Кластеризація генів; 2). Метод середнього для об'єднання кластерів. Алгоритм ідентифікував 10 кластерів з різним рівнем відмежованості один від одного: кластери 5, 6 виявилися найбільш відмежованими один від одного; кластери 2, 3 – найбільш подібними (рис. 2). В той же час, аналіз центроїдного графіка цих кластерів показав доречність їхнього розмежування в окремі підмножини. Загалом результат кластеризації підтверджує правильність виконання алгоритму.

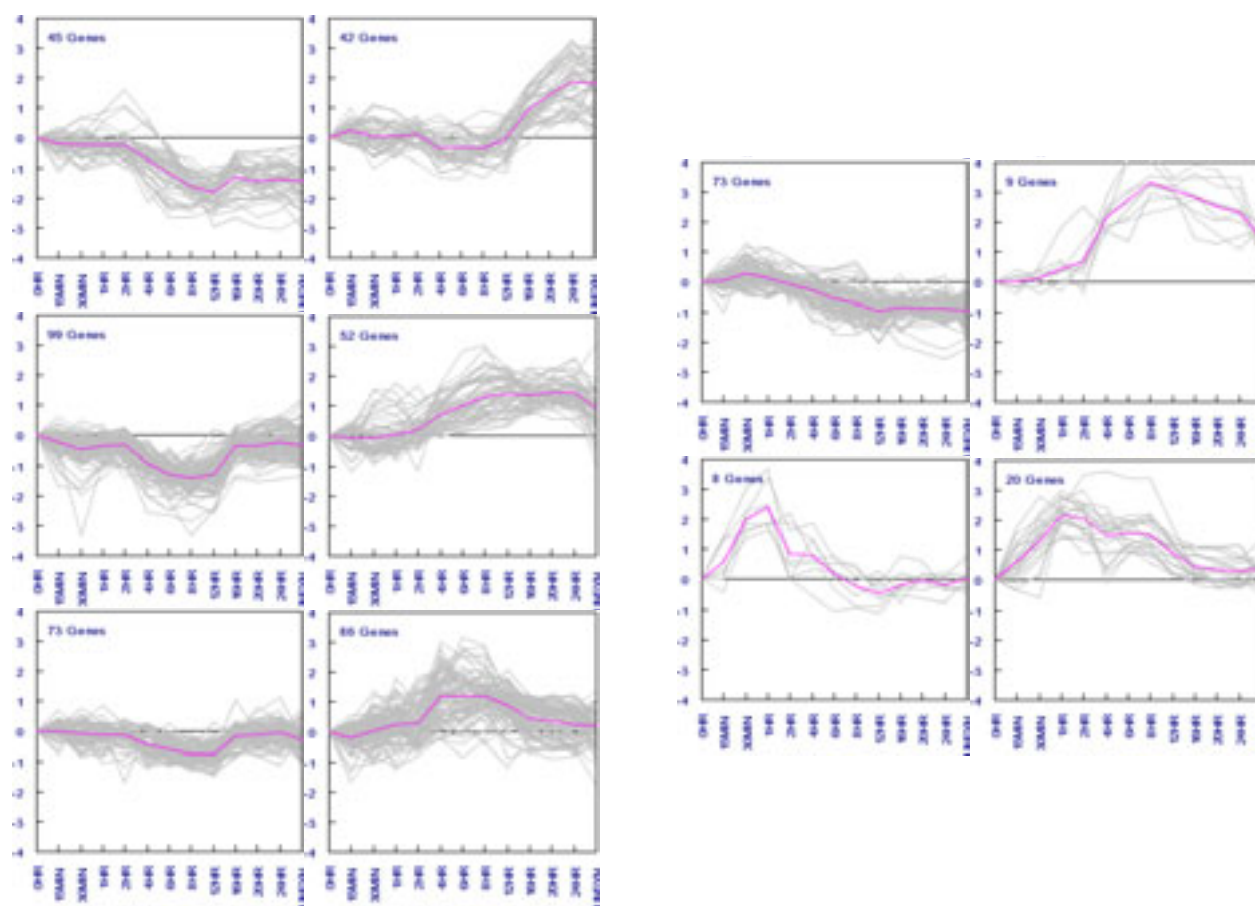


Рис. 2. Результати ієрархічного агломеративного кластерного аналізу мікроарей-даних із стимуляції фібробластів людини. Центроїдні графіки показують розподіл кластерів.

Мікроарей-експеримент зі стимуляції фібробластів людини аналізувався методом k-середніх з використанням наступних параметрів: кількість кластерів – 10; число ітерацій – 50. Кількість кластерів була встановлена з урахуванням попередніх результатів ієрархіч-

ного кластерного аналізу. Кількість ітерацій алгоритмів визначалось емпірично шляхом підбору оптимального числа ітерацій після повторного виконання алгоритму. Як правило, оптимальність досягалася після 50 ітерацій. Було отримано 10 кластерів, серед яких

кластери 5 та 10 виявилися найбільш подібними (рис. 3). В той же час аналіз центроїдного графіка показав більш знижену експресію для кластера 5, починаючи з 12 години після вилучення поживного середовища. Це спостереження вказує на правильне розмежування

кластерів методом k-середніх Microarraytool. Застосовані нами ієрархічний кластерний аналіз та метод k-середніх показали майже однаковий розподіл експресійних профілів по різних кластерах, хоча кількість елементів у кластерах дещо різнилась між двома методами.

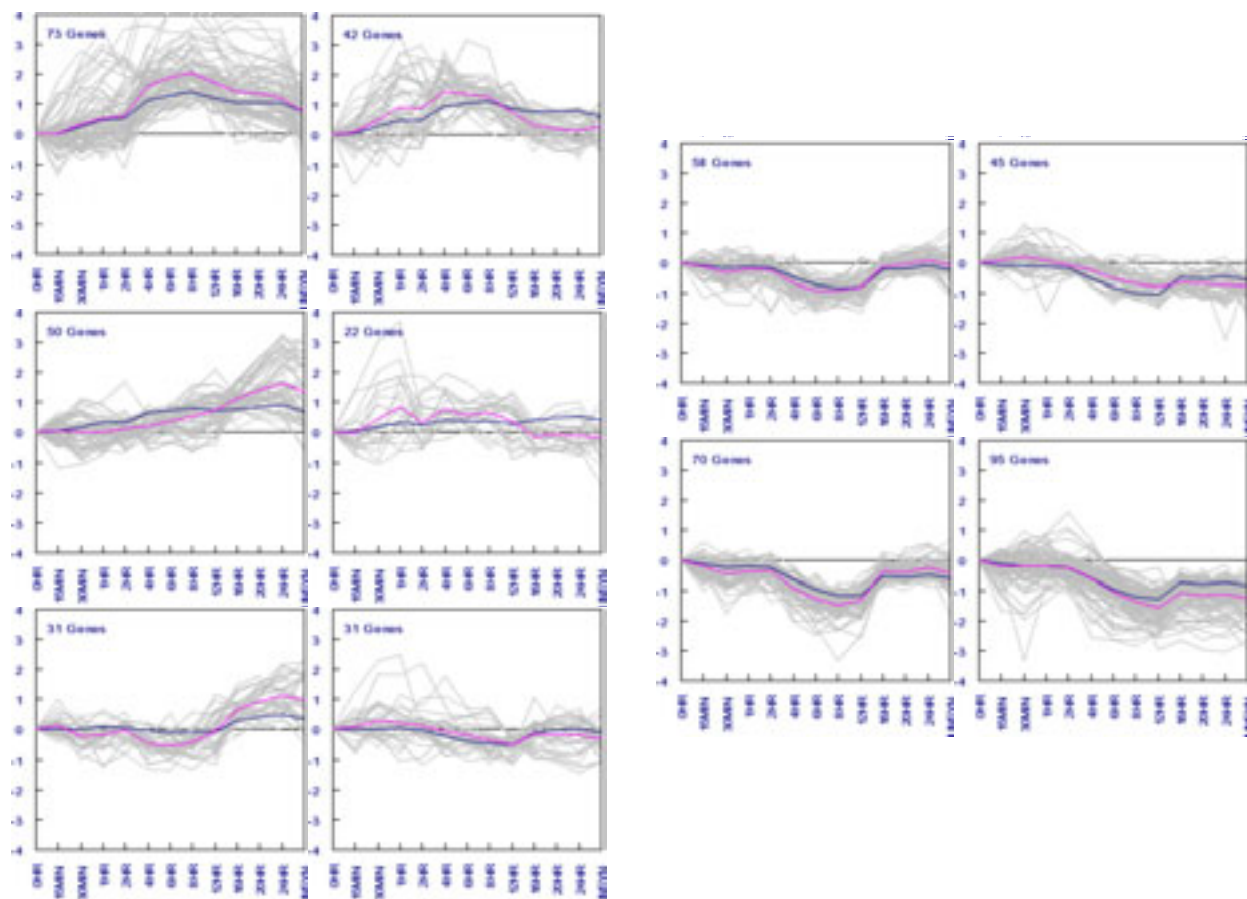


Рис. 3. Результати кластерного аналізу мікроаррей-даних із стимуляції фібробластів людини методом k-середніх.

Алгоритм кластеризації SOM вимагав більше параметрів для встановлення. Були використані такі параметри: число нейронів на осі  $x$  – 5; число нейронів на осі  $y$  – 2; кількість ітерацій алгоритму – 2 000; показник тренування  $\alpha$  – 0,05; сусідський радіус – 3; функція сусідів – функція Гауса (нормальний розподіл); топологія сітки SOM – гексагональна; ініціалізація алгоритму – використання випадкових генних величин. Аналіз генної експресії мікроаррей-даних із стимуляції фібробластів алгоритмом SOM показав кластеризацію, подібну до кластеризації методом k-середніх (рис. 4). Центроїди кластерів майже однакові для обох алгоритмів. В той же час, кластери мають неоднакову кількість генів: кластер 4

в методі k-середніх має 35 генів, а кластер 1 алгоритму SOM – 73 гени. Останнє є результатом нерівномірного розподілу генів між кластерами. Оскільки алгоритми k-середніх та SOM ініціалізуються випадковими величинами, кожне їх виконання буває давати дещо змінений розподіл кластерів. В той же час, як показує порівняння кластера 2 ієрархічного кластерного аналізу методу k-середніх та кластера 5 алгоритму SOM, вони повністю подібні й мають майже однакову кількість генів – 99, 94 та 70 генів відповідно. Це дозволяє нам зробити висновок, що виконання імплементованих у Microarraytool кластерних алгоритмів є правильним і здатним до відтворення результатів.

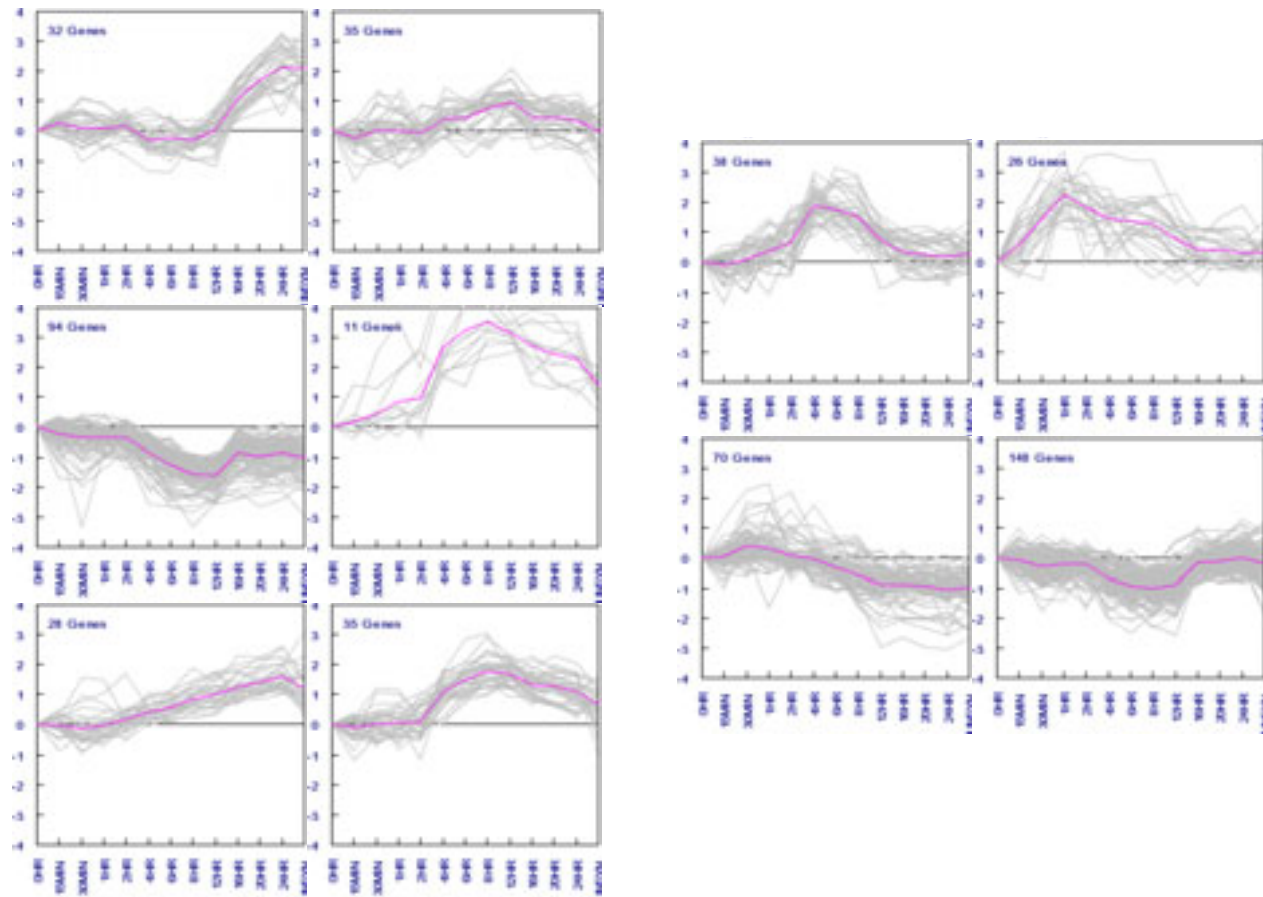


Рис. 4. Результати кластерного аналізу мікроаррей-даних із стимуляції фібробластів людини алгоритмом карти ознак, що самоорганізуються (SOM).

**ВИСНОВОК.** В даній роботі розроблена програма Microarraytool для аналізу ДНК мікроаррей-даних. Програма дозволяє проводити трансформацію та нормалізацію даних, виконувати кластерний аналіз та порівнювати різні експерименти за допомогою статистичного аналізу. Імплементовано такі методи кластерного аналізу: ієрархічний кластерний аналіз, метод кластеризації k-середніх, карти ознак, що самоорганізуються (SOM) та SOTA-кластеризація.

#### Література

1. Baldi P., Hatfield G.W. DNA Microarrays and gene expression : From experiments to data analysis modeling. – Cambridge University Press, 2002.
2. Soares M.B. Identification and cloning of differentially expressed genes // Curr. Opin. Biotechnol. – 1997. – V. 8. – P. 542-546.
3. Campbell A.M., Heyer L.J. Discovering genomics, proteomics, and bioinformatics. – CSHL Press, 2003.
4. Zhang N., Tan H., Yeung E.S. Automated and integrated system for highthroughput DNA genotyping directly from blood // Anal. Chem. – 1999. – V. 71. – P. 1138- 1145.

Проведено тестування алгоритмів для кластерного аналізу для мікроаррей-даних з експресії первинних фібробластів людини, які показували рівень експресії для 8613 індивідуальних генів на різних часових проміжках після стимуляції фібробластів. Аналіз даних показав коректне виконання алгоритмів, імплементованих в програмі Microarraytool.

5. Raitio M., Lindroos K., Laukkanen M. et al. Y-chromosomal SNPs in Finno-Ugric-speaking populations analyzed by minisequencing on microarrays // Genome Res. – 2001. – V. 11. – P. 471-482.
6. Behr M.A., Wilson M.A. Comparative genomics of BCG vaccines by whole-genome DNA microarray // Science. – 1999. – V. 284. – P. 1520-1523.
7. Khan J., Saal L.H., Bittner M.L. et al. 1999. Expression profiling in cancer using cDNA microarrays // Electrophoresis. – 1999. – V. 20. – P. 223- 229.
8. Н. С., І. І. І: іаєүä öäđíí-

- εία<sup>3</sup>έ àà àíà<sup>3</sup>ç àáíèð // Óêð. á<sup>3</sup>íð<sup>3</sup>í. æóðí. –2004. –  
Ò. 76, <sup>1</sup> 2.– Ñ. 5-19.
9. Heller M. J. DNA Microarray Technology: Devices, Systems, and Applications // Annu. Rev. Biomed. Eng. – 2002. – V. 4. – P. 129-153.
10. Zanders E.D. Gene expression analysis as an aid to the identification of drug targets // Pharmacogenomics. – 2000. – V. 1. – <sup>1</sup> 4. – P. 375-384.
11. Jain A.K., Murty M.N., Flynn P.J.. Data clustering: A review // ACM Computing Surveys. – 1999. – V. 31. – <sup>1</sup> 3. – P. 264 -323.
12. Jain A. K., Dubes R.C. Algorithms for Clustering Data. Prentice Hall Advanced Reference Series. Prentice Hall, New Jersey, 1988.
13. Toronen P., Kolehmainen M., Wong G. et al. Analysis of gene expression data using self-organizing maps // FEBS Letters. – 1999. – V. 451. – P. 142-146.
14. Dopazo J., Carazo J.M. Phylogenetic reconstruction using a growing neural network that adopts the topology of a phylogenetic tree // J. Mol. Evol. – 1997. – V. 44. – P. 226-233.
15. Fritzke B. Growing cell structures – a self-organizing network for unsupervised and supervised learning // Neural Networks. – 1994. – V. 7. – P. 1141-1160.
16. Dopazo J., Carazo J.M. Phylogenetic reconstruction using a growing neural network that adopts the topology of a phylogenetic tree // J. Mol. Evol. – 1997. – V. 44. – P. 226-233.
17. Fritzke B. Growing cell structures – a self-organizing network for unsupervised and supervised learning // Neural Networks. – 1994. – V. 7. – P. 1141-1160.
18. Herrero J., Valencia A., Dopazo J. A hierarchical unsupervised growing neural network for clustering gene expression patterns // Bioinformatics. – 2001. – V. 17. – <sup>1</sup> 2. – P. 126-136.



УДК 61+57;681.3.004.9

## АНАЛІЗ ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ БІОМЕДИЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Ю.Є. Лях, В.Г. Гур'янов, Ю.Г. Вихованець, О.Г. Горшков  
gur@dsmu.dn.ua

*Донецький національний медичний університет ім. М. Горького*

**Резюме.** У статті представлена методика розрахунку і аналізу показника Херста при аналізі стабілограм. Встановлено зміну характеру залежності даного показника від часу дискретизації ряду, що свідчить про можливість його використання для оцінки ступеня організації руху.

**Ключові слова:** показник Херста, фрактальна розмірність, біомедичні процеси.

## АНАЛИЗ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ БИОМЕДИЦИНСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ю.Е. Лях, В.Г. Гурьянов, Ю.Г. Выхованец, О.Г. Горшков  
gur@dsmu.dn.ua

*Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького*

**Резюме.** В статье приведена методика расчета и анализа показателя Херста при изучении биомедицинских процессов. Проведен расчет изучаемого показателя при ана-лизе стабилограмм. Установлено изменение характера зависимости данного показателя от времени дискретизации ряда, что свидетельствует о возможности его использования для оценки степени организации движения.

**Ключевые слова:** показатель Херста, фрактальная размерность, биомедицинские процессы.

## ANALYSIS OF FRACTAL DIMENSION OF BIOMEDICAL PROCESSES

Yu.Ye. Lyakh, V.G. Gurianov, Yu.G. Vykhovanets, O.G. Gorshkov  
gur@dsmu.dn.ua

*Donetsk National Medical University named after M. Gorky*

**Summary.** The paper presents the procedure of account and analysis of Herst's expo-nent for series of biomedical data. The estimation of Herst's exponent for analysis of stabilo-gramms is realized. The modification of associations by the quantization time is found. It testifies to a possibility to use this value as a degree of motion organization.

**Key word:** herst's exponent, fractal dimension, biomedical processes.

**ВСТУП.** Багато досліджень природних процесів приводить до появи часових рядів. Так, у часовому ряді вимірювань температури повітря ясно простежуються річні варіації. Часові послідовності таких величин як температура, кількість опадів чи товщина кілець дерев можна досліджувати за допомогою методу нормованого розмаху, або методу Херста [1]. Такі послідовності вимірювань характеризуються показником Херста (H), який пов'язаний з показником фрактальної розмірності і ступенем організації процесу, що аналізується [4].

Цей метод дозволяє аналізувати як стаціонарні, так і нестаціонарні процеси, що є важливим для аналізу біологічних сигналів.

**ОСНОВНА ЧАСТИНА.** Розглянемо методику розрахунку показника Херста. Припустимо, що є часовий ряд  $a(t)$ , де  $t = 1, 2, \dots, T$ . Цей ряд представляє собою послідовність значень величини  $A$ .

Середнє значення часового ряду за період спостереження  $\langle A \rangle = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T a(t)$ . Величина

© Р.ª. Ёуð, Â.Ã. Ãðð'уїã, Р.Ã. Âððãããðó, Í.Ã. Ãìððèã

$X(t) = \sum_{g=1}^t (a(g) \cdot A)$  називається накопиченим

відхиленням величини  $a(t)$  від середнього значення  $\langle A \rangle$  за інтервал часу  $t$  [1]. Величина

$$S = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (a(t) - \langle A \rangle)^2}$$
 є стандартним відхиленням для часового ряду за інтервал часу спостереження  $T$ . Для розрахунку показника Херста розраховується різниця між максимальним і мінімальним (за інтервал часу спостереження  $T$ ) накопиченим відхиленням

$R = \max_{t \in [0, T]} (X(t)) - \min_{t \in [0, T]} (X(t))$ . Як визначив Херст, для багатьох часових рядів спостерігається залежність нормованого розмаху  $\frac{R}{S}$  від  $T$ , який дуже добре може бути описаний емпіричним співвідношенням  $\frac{R}{S} = (T \cdot a)^H$ , у якому  $a$  – константа, величина  $H$  – показник Херста. Таким чином, при аналізі часового ряду в координатах  $\lg(\frac{R}{S}) : \lg(T)$  показник Херста може бути визначений за тангенсом кута нахилу прямої, що описує зв'язок цих двох величин.

Згідно з [4], при  $H = 0,5$  між членами часового ряду немає ніякого зв'язку, тобто значення є випадковими і некорельованими – наступне ніяк не впливає на майбутнє. При  $H < 0,5$  відбувається так зване "повернення до середнього": якщо значення зростають протягом якогось періоду, то в наступний період слід очікувати спаду. Чим ближче  $H$  до нуля, тим більш сталими є ці коливання – ряд називається антиперсистентним [4]. При  $H > 0,5$  ряд є трендостабільним. В цьому випадку, якщо ряд почав зростати, він буде зростати і надалі. Трендостабільність тим вища, чим ближче  $H$  до 1. Чим більша кореляція між процесами, тим більш подібно вони поведуться. Такий ряд називається персистентним [1].

Розглянемо застосування методики розрахунку показника Херста при аналізі стабілограм. Основна ідея стабілометрії – реєстрація положення та зміни центра мас (ЦМ) у той час, коли обстежуваний стоїть на нерухомій платформі. Утримування вертикальної пози (ВП) людиною розглядається як динамічний

феномен, що потребує безперервного руху тіла і є результатом взаємодії вищих відділів центральної нервової системи, вестибулярного і зорового аналізаторів, суглобно-м'язової пропріорецепції та ін. [2].

До теперішнього часу накопичена велика кількість даних про системи і структури, що відповідають за регуляцію пози і рухів. Разом з тим, недостатньо вивчені механізми функціональної організації довільних рухів при підтримуванні ВП. Неоднозначні уявлення про вклад вестибулярної і зорової сенсорних систем в регуляцію пози [3].

Дослідження проведені на базі психофізіологічної лабораторії кафедри біофізики, медичної апаратури і клінічної інформатики Донецького національного медичного університету ім. М. Горького.

У експерименті взяли участь 60 осіб чоловічої і жіночої статей віком від 17 до 40 років. Перед експериментом за даними медичних карток була проведена оцінка стану здоров'я обстежуваних. Всі досліджувані були віднесені до групи здорових. Досліджуваному пропонували стати на платформу і регулювати свою позу таким чином, щоб на розташованому перед ним екрані дисплея точка, яка зміщується згідно з коливаннями центру мас і характеризує його положення, знаходилася в місці перехрещення двох взаємно перпендикулярних ліній. Регуляція пози здійснюється одночасно в двох площинах: в сагітальній площині фіксуються відхилення вперед або назад від вертикального положення, а у фронтальній – вліво чи вправо. Реєстрація стабілограм здійснюється у довільному акті ортоградної пози з можливістю візуального контролю положення ЦМ на екрані монітора (тобто, із зворотним зв'язком – ЗЗ) і в умовах часткової сенсорної депривації (при заплющених очах – ЗО). Тривалість запису – 3 хвилини. Комп'ютерний аналіз стабілограм включає розрахунок таких показників: довжина ( $L$ ), площа ( $S$ ) відхилень ЦМ, коефіцієнт LFS (відношення довжини шляху до площі), стандартне відхилення ( $Q_x, Q_y$ ), спектральна щільність ( $F_x, F_y$ ) коливань ЦМ у фронтальній та сагітальній площинах. Аналіз показників проводився з інтервалом 30 секунд.

На рисунку 1 наведений фрагмент запису стабілограми досліджуваного С. ( $T=50$  с, частота дискретизації  $\nu=100$  Гц).

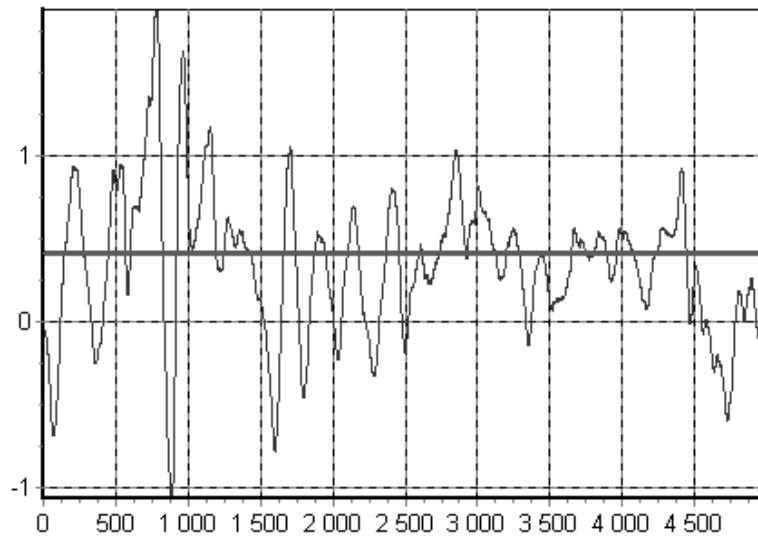


Рис. 1. Фрагмент запису стабілограми зі зворотним зв'язком (з відкритими очима) досліджуваного С. для сагітальної площини; тривалість запису – 50 с, частота дискретизації  $\nu = 100$  Гц.

З цього рисунка видно, що відбувається коливання біля центру, повернення до початкового положення здійснюється з періодом 0,2-0,3 се-

кунди. На рисунку 2 показаний результат аналізу фрактальної розмірності ряду, проведений за вищенаведеною методикою.

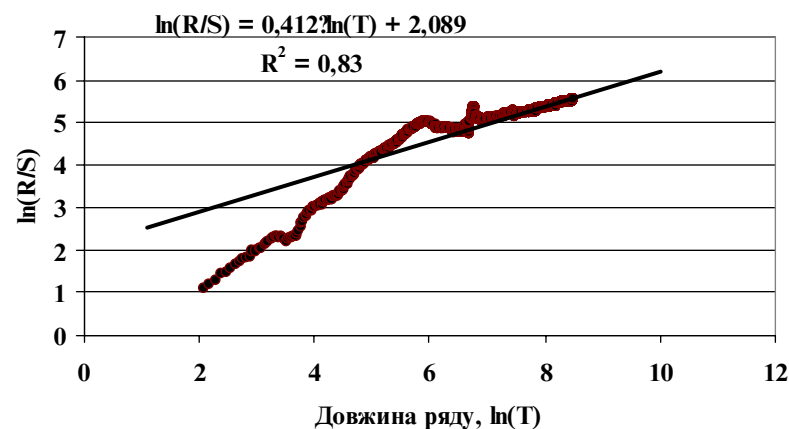


Рис. 2. Розрахунок значення показника Херста для ряду, представленого на рисунку 1.

Розрахунок показника Херста дає значення  $H=0,412 \pm 0,003$ , що свідчить про антиперсистентність ряду. При більш докладному аналізі можна встановити, що значення показника Херста залежить від часу дискретизації ряду. При цьому, якщо період дискретизації при проведенні аналізу узяти таким, що дорівнює  $\Delta T=0,3$  с, то  $H=0,275 \pm 0,007$ , що свідчить про "значну" антиперсистентність ряду.

На рисунку 3 наведена залежність значення показника Херста від часу дискретизації запису стабілограми.

Аналіз свідчить про те, що чим більший час дискретизації, тим у більшому ступені прояв-

ляються антиперсистентні властивості часового ряду, при значеннях часу дискретизації  $\Delta T \geq 0,2$  с значення показника Херста виходить на плато.

Для часового ряду, який аналізується, це може свідчити про те, що час реакції досліджуваного на відхилення його від положення рівноваги складає 0,2-0,3 с, а значення  $H=0,275 \pm 0,007$  є оцінкою ступеня організації обстежуваним свого руху.

На рисунку 4 наведено фрагмент запису стабілограми того самого досліджуваного С. при проведенні експерименту із заплющеними очима.

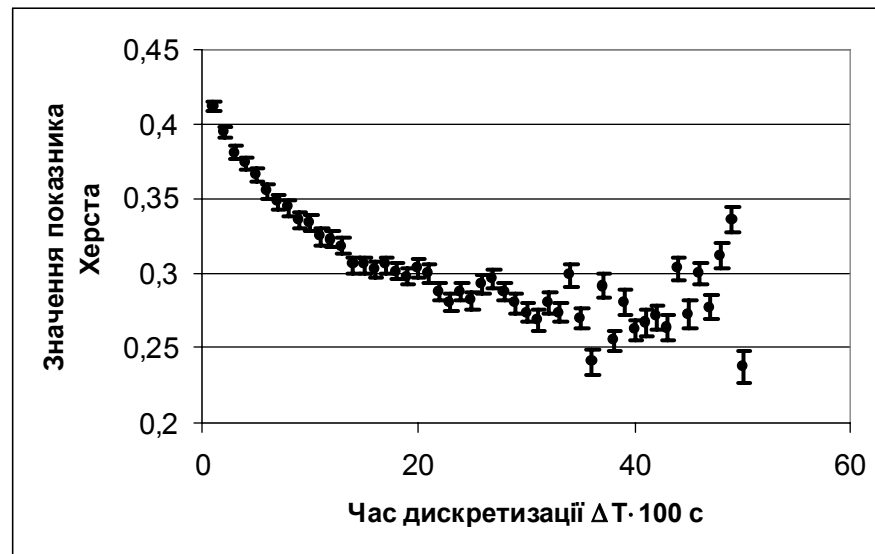


Рис. 3. Значення показника Херста (вказана стандартна помилка) для різних значень часу дискретизації ряду, наведеного на рисунку 1.

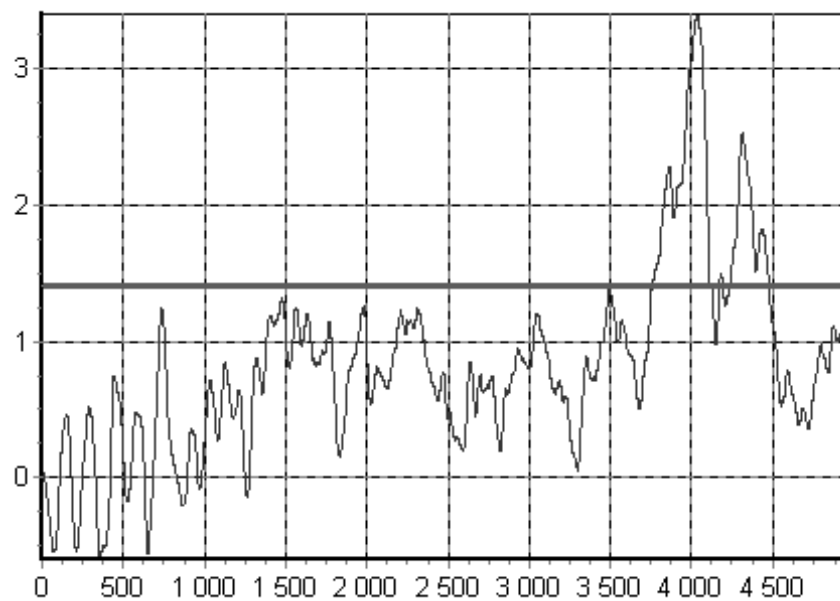


Рис. 4. Фрагмент запису стабілограми досліджуваного С., виконаної при заплющених очах, для сагітальної площини; тривалість запису – 50 с, частота дискретизації  $\nu = 100$  Гц.

Як видно з рисунка, у русі явно присутній постійний тренд. Розрахунок показника Херста дає значення  $H=0,455 \pm 0,003$ , що свідчить про близькість характеру рухів до випадкового броунівського руху. Значення показника Херста і в цьому випадку залежить від часу дискретизації ряду. На рисунку 5 представлена ця залежність. Як і слід очікувати, розрахунки показали, що на великих часових масштабах характер руху за своїми властивостями починає наближатися до персистентного ряду

( $H=0,59 \pm 0,03$  при періоді дискретизації, що дорівнює  $\Delta T=0,5$  с).

**ВИСНОВКИ.** Зміна характеру залежності показника Херста від часу дискретизації та його значення чітко вказує на зміну способу організації досліджуваним свого руху (30 порівняно з 33). Аналіз значень показника Херста у різних обстежуваних вказує на можливість використання  $H$  для оцінки ступеня організації їх руху.

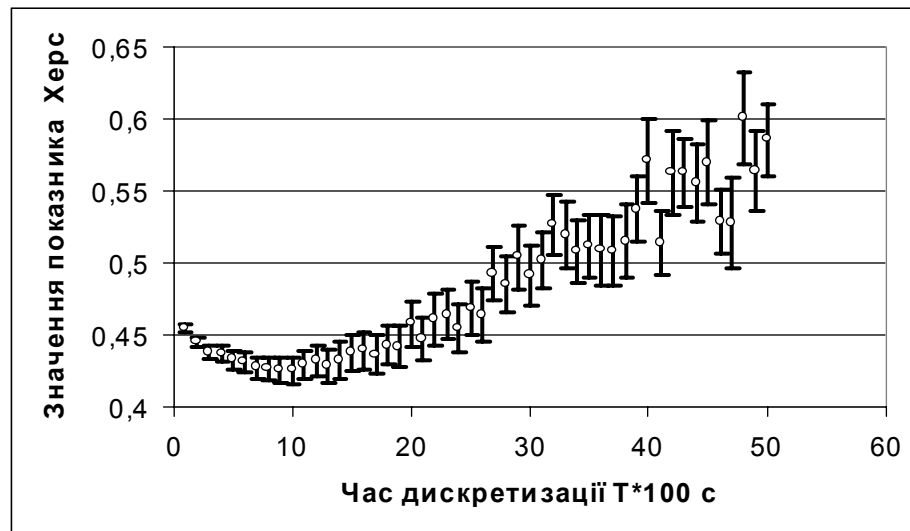


Рис. 5. Значення показника Херста для різних значень часу дискретизації ряду, наведеного на рисунку 4.

**Бібліографія**

1. Оганян А. Оценка: Ид. п. анал. – И.: Ид, 1991. – 254 п.
2. Евангелиа А.И., Ево Р.А., Оганян А.В. Нормализация данных в области анализа временных рядов // Анализ временных рядов: сборник научных трудов. – 1998. – Т. 7, 1. – С. 56-60.
3. Ево Р.А., Авангелиа Р.А., Оганян А.А., Херст А.И. Оценка: Ид. п. анал. – И.: Ид, 1991. – 254 п.
4. Авангелиа А.А., Евангелиа Р.А., Оганян А.В., Евангелиа Р.А. Анализ временных рядов: сборник научных трудов. – 1998. – Т. 7, 1. – С. 56-60.

## ПРОБЛЕМИ НЕЛІНІЙНОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Ю.А. Міхненко, В.І. В'юн

*Інститут проблем математичних машин і систем НАН України*

**Резюме.** У статті розглянуті кризові явища, обумовлені нелінійністю системи охорони здоров'я, шляхи і способи їх подолання.

**Ключові слова:** охорона здоров'я, нелінійність, криза, шляхи подолання, синергетика.

## ПРОБЛЕМЫ НЕЛИНЕЙНОСТИ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Ю.А. Михненко, В.И. Вьюн

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины*

**Резюме.** В статье рассмотрены кризисные явления, обусловленные нелинейностью системы здравоохранения, пути и способы их преодоления.

**Ключевые слова:** здравоохранение, нелинейность, кризис, пути преодоления, синергетика.

## NON-LINEARITY OF PUBLIC HEALTH PROTECTION SYSTEM

J.A. Mihnenko, V.I. V'юн

*Institute of Mathematical Machines and System Problems (IMMSP)*

**Summary:** The critic phenomena conditioned non-linearity of public health protection system, ways and methods of their overcoming are considered in the article.

**Key words:** health protection, non-linearity, critic, ways of overcoming.

**ВСТУП.** У найзагальнішому сенсі нелінійність системи охорони здоров'я полягає в тому, що реакція на зміни зовнішнього або внутрішнього середовища не пропорційна цим змінам. У нелінійному середовищі можуть одночасно існувати багато різних процесів і шляхів їх розвитку. З погляду синергетики [1], майбутнє такої системи імовірніше, неоднозначне, але, разом з тим, воно не може вийти за певні рамки. Це примушує нас глибше поглянути на процеси, що відбуваються в охороні здоров'я. При цьому важливо мати на увазі, що відкритість охорони здоров'я, як і будь-якої іншої складної системи, породжує цілий спектр нелінійних ефектів, які поки не знайшли віддзеркалення в теорії організації охорони здоров'я.

### 1. ПРОБЛЕМИ НЕЛІНІЙНОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я.

Нерівномірність процесів, що відбуваються в охороні здоров'я на сучасному етапі його

еволюційного розвитку, значною мірою обумовлюється "загрозами" і "викликами" соціально-економічної природи і неоднозначністю цілей, поставлених суспільством перед охороною здоров'я [2]. На відміну від "загроз", що припускають негайні дії у відповідь, реакція на "виклики" може бути двоякою:

1. Відсутність яких-небудь дій. Якийсь час (ймовірно досить довгий) система "пригнічує" появу чинників, що дестабілізують її, або "співіснує" з ними.

2. Починається інтенсивна модернізація системи, пов'язана із зміною характеру її функціонування, встановленням нових внутрішніх зв'язків. Найчастіше це – результат усвідомлених заходів, направлених на пошук відповіді на "виклики". При цьому невміле, належним чином не прораховане втручання, може тільки погіршити ситуацію, прискорюючи колапс системи. У міру наростання внутрішньої нерівноваги, система охорони здоров'я наближа-

ється до своєї біфуркаційної точки [1], в якій еволюційний шлях самоорганізації починає розгалужуватися. Система стає дуже чутливою до зовнішніх і внутрішніх впливів. Вибір того або іншого шляху розвитку залежить вже від чинника випадковості в діяльності керівників охорони здоров'я. Проте, отриманий результат нерідко не відповідає очікуваному. Показовим в цьому відношенні є приклад з реформуванням терапевтичної служби системи охорони здоров'я [3]. Наочність його визначається тим, що саме ця служба найближче стоїть до населення і першою надає йому медичну допомогу. Терапія, як лікарська спеціальність, дозволяє лікареві сформулювати цілісне уявлення про людину і стан її здоров'я. Зазначимо, що, ухвалюючи клініко-діагностичні рішення, терапевт завжди керується властивостями життєдіяльності цілого (тобто всього організму) на відміну від "вужчих лікарських спеціальностей", в яких домінують локальні думки. *Наявність у цілого властивостей, якими не володіє жодна з його частин, робить "вужькі" спеціальності в медицині вельми уразливими в плані повноти пізнання всіх закономірностей людського організму.*

Свій негативний внесок у вказану диспропорцію вносить також *статистичний підхід* до вивчення і практичного застосування знань в медицині. Його активне використання сприяло появі величезної кількості дублюючої інформації у лікарів різних медичних спеціальностей. Як наслідок, домінуючою стала тенденція накопичення деталізованої інформації і знань по органах і системах людини та "шаблонізація" діагностичних і клінічних рішень.

Ця тенденція посилилася, коли *розуміння лікарем людської суті почало все більше підмінятися накопиченням відомостей про людську будову.* У лікарів вузьких спеціальностей почала з'являтися ілюзія особливої важливості змін, які відбуваються в тій або іншій окремо узятій системі чи органі людини. Природно, це сприяло появі помилкових лікувальних "корекцій", що призначаються хворому.

Свій внесок в наростання внутрішньої нерівноваги системи охорони здоров'я, обумовленої вказаною вище спеціалізацією знань, вносять:

– *інерційність мислення*, укорінена в системі охорони здоров'я, властива керівникам галузі всіх рангів.

– відсутність *ефективних моделей* прогнозування результатів перетворень, що проводяться у галузі.

– *безсистемне реформування* охорони здоров'я поглиблює розрив між очікуваними і отриманими результатами.

Не завжди розумним є створення карликових спеціалізованих служб, які, по суті, виконують сьогодні роль звичайних терапевтичних відділень по одному-двох захворюваннях.

Перераховані негативні чинники істотно уповільнюють поступальний розвиток галузі, сприяють наростанню в ній хаосу [2]. Особливо тривожний стан виник в терапевтичній службі лікувальних установ, яка практично опинилася в нестійкому стані. З поля зору фахівців і керівників вислизнув факт поступової втрати лікарями розуміння властивостей цілого за рахунок гіперболізування частковостей. Фактично сьогодні терапія втратила свою привабливість не тільки у населення, але і у тих, хто присвятив їй своє трудове життя. Центральна фігура в медицині – дільничний лікар-терапевт, поступово перетворився на диспетчера із розподілу хворих між "спеціалістами". Населення почало ставитися до терапевтів з легкою іронічною зневагою. "Хороший лікар не бігатиме по квартирах".

Криза в охороні здоров'я, спровокована зайвою спеціалізацією, на жаль, дала сильний негативний поштовх до появи збоїв професійного характеру: вузькі фахівці опинилися не в змозі вирішувати найбільш загальні питання і інтегрувати інформацію різного профілю в рамках цілого. У охороні здоров'я все частіше почали виникати ситуації, коли хворий з пачкою численних досліджень і консультацій не може знайти фахівця, здатного об'єднати і застосувати з користю для пацієнта всі ці відомості.

В результаті проблеми із здоров'ям спостережуваного пацієнта продовжують виникати знов і знов, як це і обумовлено природою нелінійних систем.

Останніми роками все частіше доводиться чути, що система охорони здоров'я вже впритул підійшла до точки своєї біфуркації, коли необхідно ухвалювати кардинальні рішення, що дозволять подолати кризу, яка виникла в галузі.

## 2. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ НЕЛІНІЙНОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Синергетичні стереотипи розвитку нелінійних систем передбачають два основні підходи до подолання криз в подібних системах:

перший – удосконалення системи, якщо вона не вичерпала варіантів ефективного функціонування при внесенні до неї організаційних, методичних, технологічних і економічних коректувань;

другий – повна заміна системи при концепції розвитку (наприклад, введення платної медицини), що радикально змінилася, або впровадження новітніх технологій, здатних кардинально змінити проблемні ситуації. Фахівці з нелінійної динаміки і синергетики стверджують, що основними причинами кризових (катастрофічних) явищ в складних нелінійних системах найчастіше є чинники соціально-економічної природи (“людський чинник”) і складність технологічних процесів (технологій), що включають безліч взаємозв'язаних елементів. Іншими словами, можливість виникнення криз, подібних описаній вище, це не властивості окремих частин системи, а її властивості як цілого.

Головне, що можна протиставити кризам в охороні здоров'я – це *вдосконалення технології організації функціонування системи в цілому, що враховує ризики сучасності*. Для цього і необхідний моніторинг “параметрів ризику” в медико-соціальній сфері (який виходив би за рамки моніторингу суто медико-біологічних параметрів системи охорони здоров'я і людини).

Ймовірно, дії, направлені на подолання кризових явищ в охороні здоров'я [5, 6], мають бути направлені не на жорстке управління системою (із точно поставленими цілями), а на підтримку бажаних тенденцій в системі або на відхід її від кризи, що виникає в ній. Мова йде про спрямування природних процесів самоорганізації системи охорони здоров'я в бажане русло розвитку, який приведе систему до порівняно довготривалої стабільності. Питання тільки в тому, як впливати на систему і коли? Ймовірно, безглуздо робити детальний прогноз на великий період часу, коли незначні проблемні ситуації, деколи випадкові, можуть призвести до виникнення серйозної кризи в

системі. Фахівці з нелінійної динаміки [4] рекомендують в цих випадках спрямувати процес розвитку системи в потрібне русло, даючи можливість процесам самоорганізації самостійно погоджувати всі дрібні деталі. Такий підхід буде виправданий, оскільки в нелінійних системах головним пріоритетом є, як правило, не мета, а процес функціонування системи [6, 7].

У цих умовах переналаджування охорони здоров'я може здійснюватися різними способами. Останніми роками значне розповсюдження отримало так зване “технологічне прогнозування”, що базується на аналізі трендів – при виявленні проблем, що назрівають в охороні здоров'я, і оптимізації трендів – при визначенні можливих шляхів їх рішення. У основу “технологічного прогнозування” покладена гіпотеза, що досвідчений керівник (організатор охорони здоров'я) при виборі і оцінці управлінського вирішення орієнтується не на прямолінійне порівняння попереднього і наступного станів процесу, який спостерігається в охороні здоров'я, а, навпаки, він порівнює реальний хід послідовних подій в системі з їх імовірнісним ходом при альтернативних ключових рішеннях.

Таким чином, стратегія “технологічного прогнозування” в охороні здоров'я направлена, перш за все, на виявлення проблемних ситуацій, що виникають в галузі, і визначення можливих шляхів їх подолання.

В цілому, методологія “технологічного прогнозування” підтримується трьома способами, які взаємодоповнюють один одного.

- трендового моделювання (шляхом екстраполяції або інтерполяції тенденцій і закономірностей охорони здоров'я, розвиток яких у минулому і сьогодні досить добре відомі);

- аналітичного моделювання (найчастіше сценарного);

- індивідуального і колективного опитування експертів (бажано за участю осіб, що ухваляють рішення).

Перераховані методи можуть бути використані в охороні здоров'я, наприклад, при “визначенні тенденції розвитку епідемічного процесу інфекційних захворювань, зокрема грипу”. Виявлення тенденцій здійснюється шляхом активного епідемічного спостереження, в ході якого:

- моделюється процес перебігу епідемії



грипу або іншого інфекційного захворювання (трендовий і сценарний підходи);

- визначається кількість і склад груп підвищеного ризику з метою своєчасного і ефективного проведення профілактики і попередження епідемічних ускладнень (експертні оцінки);
- стеження за циркуляцією збудників грипу (з метою раннього виявлення спалахів інфекцій і їх етнологічної розшифровки);
- щоденна реєстрація числа захворювань на грип і смертності від нього;
- виявлення впливу захворюваності на грип на рівень загальної захворюваності і смертності серед спостережуваного населення (кореляційний аналіз).

Зважаючи на те, що грип до сьогодні залишається некерованою інфекцією, доводиться безперервно вести пошук нових засобів його “технологічного прогнозування”.

У цих умовах добрі результати може дати “сценарний підхід”, що дозволяє достатньо точно описати причинно обумовлені послідовності подій, що відбуваються в ході епідемічного спостереження за виникненням і розвитком епідемії грипу або іншої інфекції.

“Сценарний підхід” у поєднанні з “технологічним прогнозуванням” дозволяє “прорахувати” гіпотетичні варіанти розвитку в системі різних ключових подій. У системі охорони здоров’я дуже важливо отримати відповідь на питання: “Які параметри і в якому поєднанні необхідно міняти, щоб система вийшла в потрібний нам граничний стан”. По суті, мова йде

про необхідність створення технології прогнозування як певного ітераційного процесу, на кожному кроці якого коректується методика прогнозу.

Відмітимо, що створення подібної технології вимагає строгого опису проблемних (кризових) ситуацій, що виникають в охороні здоров’я, і опису сценаріїв ухвалення рішень з їх подолання (в умовах інформаційної невизначеності). Тобто, коли знання існують в системі охорони здоров’я в прихованому вигляді (ще неусвідомлені організаторами охорони здоров’я). Для цього аналіз і моделювання дій керівників, що ухвалюють рішення, слід проводити на кожному кроці ітераційного процесу (“множинні описи”) [7].

Такий підхід дозволить чітко побачити варіанти майбутнього системи охорони здоров’я і визначити потенційні наслідки всіх можливих альтернативних рішень з її корекції.

**ВИСНОВКИ.** 1. Проблеми управління сучасною охороною здоров’я значною мірою, обумовлені його технологічною складністю, нелінійністю, відвертістю і рядом інших синергетичних характеристик.

2. Проведений аналіз свідчить, що настав час перегляду підходів, що склалися, до вирішення завдань управління охороною здоров’я, до поетапного переходу на методологічні орієнтири синергетики і нелінійної динаміки.

3. На нашу думку, використання методів синергетики і нелінійної динаміки сприятиме успішному подоланню кризових явищ, що постійно виникають в охороні здоров’я.

#### Література

1. Оаеаі А. Неіадаоооа. – І.: Ієд, 1980.
2. Іоаа+ааа А.А., Неіауаіеі Е.І. Наіідааіеаоооо піоаеуіі-уеііііе+апеео пеооаі: О+ааііа ііпі-аеа. – Едееооіе: Еса. ААОУІ, 2003. – 149 п.
3. Веіаеаа А.Е. “Ідіаііс дааеооу оадаіааоо+апееіе пеоаау а Діпнео п іісеее неіадаооооо”. Дааае: Ідааіеаооу садааііоаіаіеу 09-10-2002.
4. Аееуеіаа Е.Р. Іаоіау ідіааіеу аіаіеа а аеіаіе+апееіе пдаооооооооіааііе ііаае // 8-у іааоіадіаіау еііадаіооу ІАІ-2007. – Е.: Ідіна’оа, 2007. – №. 88-98.

5. І’іоао І.І., Аіеіі І.А., аеее Е.І. Іаоіае+іа сааааіа+аііу піао’аеуіііо<sup>3</sup> “Іаае+іа оа а’іеіа<sup>3</sup>+іа<sup>3</sup> іоідіаоооа<sup>3</sup> е’аадіаоооа” // Іаае+іа іоідіаоооа оа іааіа’у. – <sup>1</sup> 1. – 2008 – №. 79-85.
6. І’діаіеі Р.А., А’рі А.<sup>2</sup>. Аі ідіаеаіе ііаеуоі, діаааіае іоідіао’еіео пеооаі оіаае’ііу а іді-діі<sup>3</sup> саідіа’у Оедаіе / Са.аіі. І-ІЕ Непоаіе і’а-ооіеіе ідееіуооу д’оаіу. і. Ееа, 2007. – №. 94-97.
7. Еіоіа Р.А. Іауа іаоіаооо+апееа іаоіау е са-аа+аі іааеоііеіе аеаіііоооо: Наоу “Неіадаа-оооа: іо ідіоіаі е аоаоуаіо”, 2004. – 328 п.

**ПОРІВНЯННЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ МЕТОДІВ  
МАГНІТОКАРДІОГРАФІЧНОГО ТА ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЧНОГО  
КАРТУВАНЬ ЩОДО ВИЯВЛЕННЯ ОЗНАК ПОРУШЕНЬ ПРИ ІШЕМІЧНІЙ  
ХВОРОБІ СЕРЦЯ**

**М.М. Будник, І.А. Чайковський, Л.П. Дробуш, В.В. Конєва, О.В. Кухарев**  
*Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України*

**Резюме.** У роботі представлено порівняльний аналіз методів магнітокардіографічного та електрокардіографічного картувань в аспекті їх інформативності.

**Ключові слова:** методи магнітокардіографічного та ЕКГ- картувань, порушення при ішемічній хворобі серця.

**СРАВНЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ МЕТОДОВ  
МАГНИТОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКОГО  
КАРТИРОВАНИЙ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ПРИЗНАКОВ НАРУШЕНИЙ ПРИ  
ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА**

**М.М. Будник, И.А. Чайковский, Л.П. Дробуш, В.В. Конєва, О.В. Кухарев**  
*Институт кибернетики им. В.М. Глушкова НАН Украины*

**Резюме.** В работе представлен сравнительный анализ методов магнитокардиографического и электрокардиографического картирования в аспекте их информативности.

**Ключевые слова:** методы магнитокардиографического и ЭКГ-картирования, нарушения при ишемической болезни сердца.

**COMPARISON OF INFORMATIVENESS OF METHODS OF  
MAGNETOCARDIOGRAPHIC AND ELECTROCARDIOGRAPHIC MAPPING  
CONCERNING REVEALING OF VIOLATION SIGNS AT ISCHEMIC HEART  
DISEASE**

**M.M. Budnyk, I.A. Chaykovsky, L.P. Drobush, V.V. Konyeva, O.V. Kukharev**  
*V.N. Glushkov institute of cybernetics*

**Summary.** The comparative analysis of methods of magnetocardiographic and electrocardiographic mapping in the aspect of their informativeness is represented in the article.

**Key words:** methods of magnetocardiographic and ECG-mapping, violations at ischemic heart disease.

**ВСТУП.** Надійна неінвазивна діагностика серцевих хвороб на ранніх стадіях все ще залишається клінічно актуальною проблемою, особливо це стосується такої розповсюдженої, як ішемічна хвороба серця (ІХС) [1]. Відомо, що електрофізіологічні параметри різних ділянок міокарда можуть істотно змінюватися як у результаті різних захворювань, так і в результаті лікування. Ці зміни виявляються в

регіональних відхиленнях від норми локальної щільності мембранних струмів іонів і, відповідно, в зростанні електричної гетерогенності в окремих ділянках міокарда [2].

На сьогодні ЕКГ залишається найпоширенішим та найдешевшим методом обстеження серця. Однак клінічні дослідження показали, що ЕКГ нездатна виявити зазначені відхилення на ранніх стадіях. В результаті, ЕКГ має

низьку діагностичну точність в діагностиці деяких хвороб серця. Так, для виявлення ІХС найбільше значення має ST-T інтервал, але на ньому ЕКГ не має достатньої чутливості, оскільки струми, які протікають у серці, розповсюджуються тангенціально до поверхні грудної клітки людини [3]. Тому потрібно розвивати та впроваджувати нові методи діагностики хвороб серця. Такими методами є електропотенціальне (ПКТ) [4] та магнітокардіографічне (МКГ) [5] картування.

**Постановка задачі.** Впровадженню нових методів обстежень у клінічну практику перешкоджає відсутність надійних діагностичних показників. Метою даної роботи є виявлення можливостей МКГ та ПКТ щодо діагностики ІХС, як кожного окремо, так і встановлення того, чи їх поєднання дасть нову інформацію про патологію.

**МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ.** У даній роботі досліджено біоелектричний генератор серця методами ПКТ та МКГ, в яких сигнал (потенціал чи поле) породжується різним за фізичним принципом джерелом біосигналу (електричний чи струмовий диполь). Перевіряється, який з методів більш інформативний і чи існують діагностичні показники при їх поєднанні. Порівняння методів проводилось на основі зіставлення числових показників, отриманих у результаті обробки карт розподілу потенціалу та магнітного поля різними математичними методами. Іншим аспектом є виявлення того, які відмінності в цих показниках є нормофізіологічними, а які зумовлені патологічними ураженнями міокарда ішемічного характеру.

Для дослідження було відібрано дві особи: здоровий без кардіологічних захворювань та пацієнт з ІХС, обидва були обстежені методами ПКТ та МКГ. Реєстрація ПКТ проводилася у 40 відведеннях по сітці 5 рядків по 8 відліків у рядку, з кроком між електродами у рядку 3 см та 5 см між рядками у клініці університету м. Наймеген (Голандія). Реєстрація МКГ проводилася у 36 відведеннях по сітці 6X6 з кроком 4 см приладом MCG-7 фірми SQUID AG за стандартною методикою [4].

Досліджувались ПКТ та МКГ карти здорового волонтера та хворого на ІХС на зубцях P, Q, R, S, T. При ЕКГ обстеженні пацієнта ознак ІХС виявлено не було, діагноз ІХС було встановлено на основі коронарної ангиографії. Алгоритм обробки даних включає такі етапи:

1. Імпорт даних та побудова ЕКГ та МКГ часових кривих у різних відведеннях.

2. Побудова карт електричного потенціалу та магнітного поля на зубцях P, Q, R, S, T.

3. Оцінка карт за допомогою наступних математичних підходів: 1) Фур'є-аналіз; 2) Асиметрія еквівалентних електричного та струмового диполів; 3) Кут між електричним та струмовим диполями серця; 4) Кореляційний аналіз; 5) Згортка карт.

4. Порівняння методів та формулювання висновків. Всього можливі 4 логічні висновки про корисність методів для раннього виявлення порушень, спричинених ІХС:

1 Обидва методи необхідно використовувати в поєднанні;

2) Метод МКГ має перевагу над методом ПКТ;

3) Метод ПКТ має перевагу над методом МКГ;

4) Немає сенсу використовувати обидва методи в поєднанні.

Останній висновок про непридатність обох методів може мати такі причини:

а) Відмінності показників немає, тобто методи мають однакову інформативність;

б) Відмінність є, але мала, що дає підстави прогнозувати, що при статистичній обробці і порівнянні груп здорових і хворих на ІХС така відмінність буде недостовірною;

в) Відмінність є великою, але постійною (систематичною), тобто неінформативною, такою, що не пов'язана з електрофізіологічними процесами у міокарді.

Результати:

1. *Імпорт даних та побудова усереднених кривих на протязі кардіоциклу.*

Вхідні дані мають вигляд ASCII файлів, які вміщують усереднені протягом кардіоциклу набори значень електричного потенціалу і магнітного поля, виражені, відповідно у мілівольтах та пікотеслах. Їх вигляд для здорової особи наведено на рисунку 1.

2. *Побудова карт розподілу електричного потенціалу та магнітного поля.*

З наведених на рисунку 1 кривих для різних ПКТ та МКГ відведень вибрано такі, де чітко виражені всі характерні зубці (P-Q-R-S-T) кардіоциклу.

На рисунку 2 наведено вигляд цих кривих, де числа біля зубців вказують на момент часу з початку кардіоциклу. Далі у відібрані моменти кардіоциклу методами інтерполяції будувались карти розміром 20X20 см, подані на ри-

сунку 3. Вони мають вигляд кольорових карт, де червоним (синім) кольором палітри відпо-

відають додатні (від'ємні) значення потенціалу (поля), а нуль позначено жирною ізолінією.

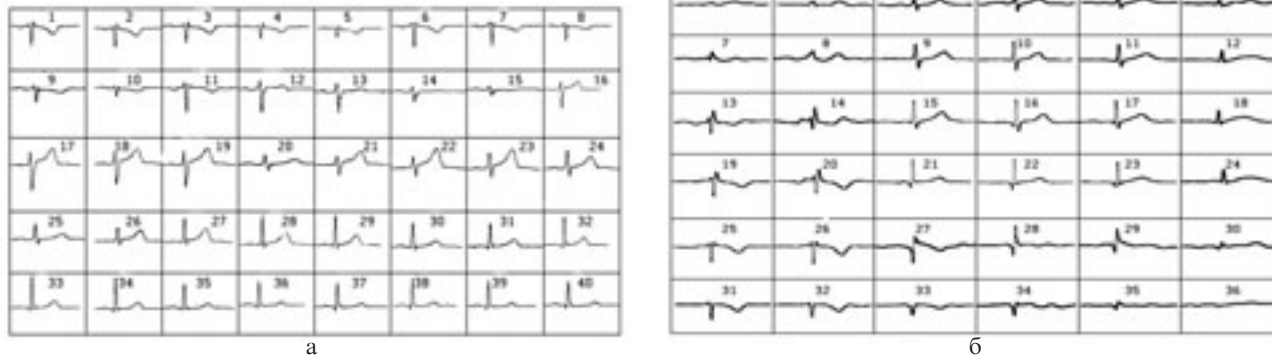


Рис. 1. Вигляд усереднених ПКТ (а) та МКГ (б) кардіоциклів для здорової особи.

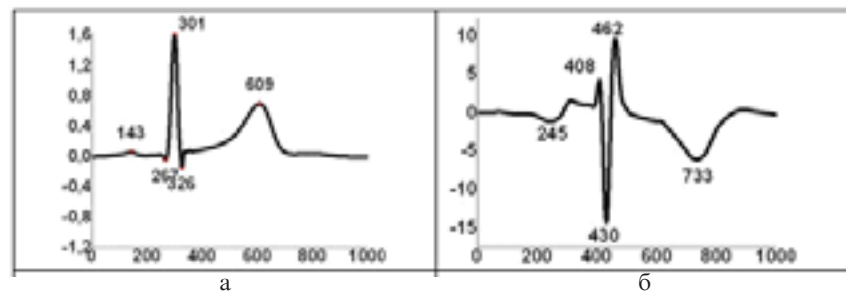


Рис. 2. Визначення моментів часу, які відповідають характерним зубцям по усередненому кардіоциклу, отриманому методом ПКТ (а) та МКГ (б).

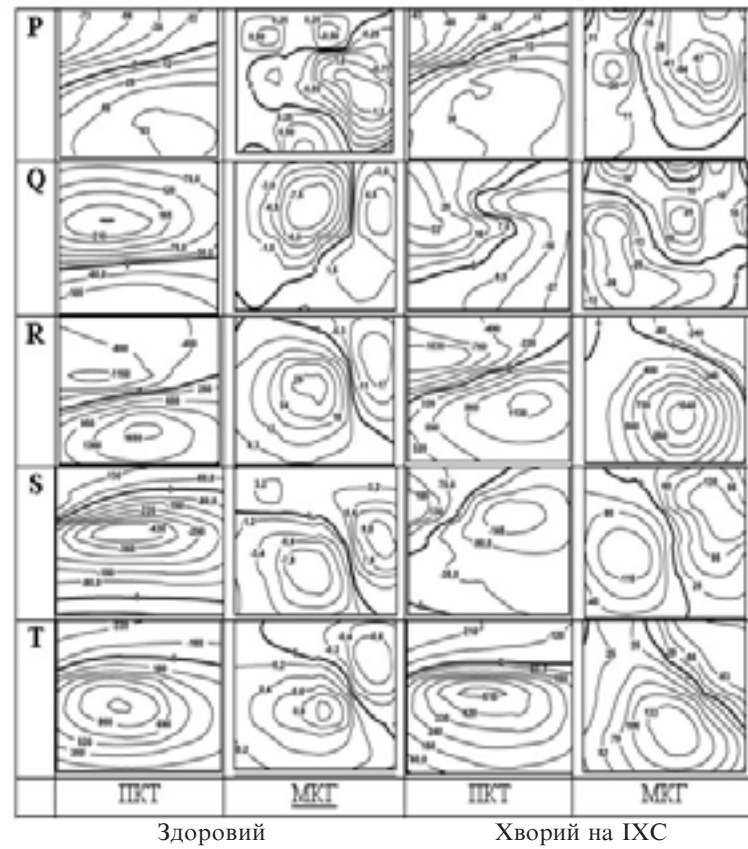


Рис. 3. Вигляд ПКТ та МКГ карт на зубцях P, Q, R, S, T для здорового та хворого на ІХС.

3. Оцінка карт за допомогою Фур'є-аналізу. Фур'є-спектри МКГ та ПКТ карт обчислено методом швидкого перетворення Фур'є. Для

більшої регулярності спектрів використано не амплітуду, а потужність (квадрат амплітуди Фур'є) гармоніки (див. рис. 4).

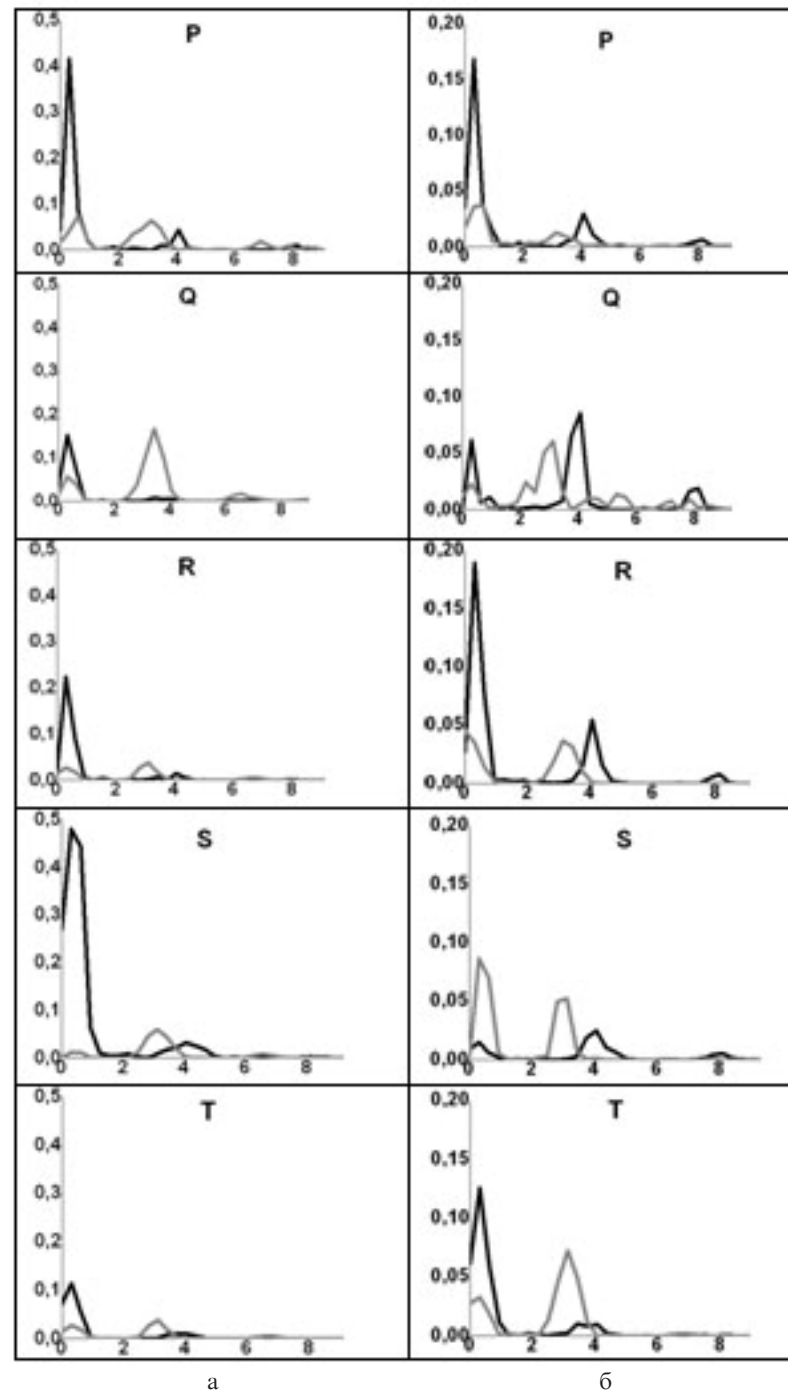


Рис. 4. Фур'є-спектри на різних зубцях кардіоциклу для здорового (а) та хворого на ІХС (б).

З рисунка 4 видно, що спектр доцільно розділити на 3 діапазони:  $0 \div 1 \text{ м}^{-1}$  (низькі частоти, НЧ),  $2 \div 5 \text{ м}^{-1}$  (середні частоти, СЧ) та  $6 \div 8 \text{ м}^{-1}$  (високі частоти, ВЧ), які мають такий зміст:

1) Діапазон НЧ – це найбільш однорідна (гомогенна, розподілена, розмита) компонента. Мається на увазі, що чим вона більша, тим

більша однорідність карти, тим менше виражена дипольність та фрагментарність карти.

2) Діапазон СЧ відображає дипольність. Дипольність означає, що на карті присутні тільки 2 протилежні за знаком і приблизно рівні за амплітудою сильні екстремуми.

3) ВЧ діапазон відображає як недипольні (квадрупольні, октупольні та ін.) компоненти, пов'язані з патологією, так і зовнішні магнітні або електричні шуми.

Для аналізу було вибрано такі числові показники:  $Z$  – відношення потужностей спектральних компонент,  $\Delta f$  ( $\Delta F$ ) – відносний (абсолютний) зсув частот компонент на картах ПКТ відносно МКГ карт. Тоді наведені на рисунку 4 спектри можна пояснити у такий спосіб:

1. На спектрах відображається ступінь недипольності карти. Дипольний характер карти пропорційний амплітуді СЧ компоненти. Чим більші амплітуди НЧ та ВЧ компонент і зсув частот  $\Delta F$ , тим більший ступінь недипольності.

2. Зсув частот  $\Delta F$  на СЧ в основному спричинений особливостями реєстрації даних, оскільки він майже сталий на всіх зубцях, а зсув  $\Delta F$  на зубцях Р і R на НЧ – спричинений фізіологічними або патологічними особливостями. Вказані особливості полягають у тому, що точки реєстрації МКГ знаходяться на певній відстані від тіла, а в ПКТ електроди знаходяться безпосередньо на поверхні тіла і повторюють його контури.

3. Зі спектрів S і T зубців можна бачити більшу дипольність саме МКГ карт. Це пов'язано з тим, що, по-перше, МКГ більш чутлива саме до тангенціальних струмів, які спостерігаються при реполяризації шлуночків (ST-T), а по-друге, – значний внесок в недипольність ПКТ карт дає неоднорідність та анізотропія тіла людини.

Висновки про перевагу того чи іншого методу робляться з наступних міркувань:

1. Якщо  $Z > 2$ , то має перевагу метод МКГ при дослідженні хворого на ІХС.

2. Якщо  $0,5 < Z < 2$  – методи мають приблизно однакову інформативність.

3. Якщо  $Z < 0,5$ , то перевагу має ПКТ метод.

4. Якщо зсув частот в певному діапазоні частот однаковий, то фізіологічний або патологічний вплив відсутній.

5. Якщо зсув частот в певному діапазоні не систематичний – це означає, що методи дають різну інформацію, отже доцільно використовувати їх у поєднанні.

6. Результати аналізу спектрів стосовно інформативності певних діапазонів частот для вивчення електрофізіологічних процесів у серці здорової людини та діагностики ІХС зведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Результати спектрального аналізу МКГ і ПКТ карт

Діапазон	Параметр	Здоровий					Хворий на ІХС				
		P	Q	R	S	T	P	Q	R	S	T
НЧ	Z	<b>0,18</b>	<b>0,37</b>	<b>0,12</b>	<b>0,027</b>	<b>0,24</b>	<b>0,22</b>	<b>0,37</b>	<b>0,24</b>	5,8	<b>0,26</b>
	$\Delta F, \text{м}^1$	<u>0,31</u>	0	0	0	0	<u>0,3</u>	0	<u>-0,32</u>	0	0
СЧ	Z	1,48	16,7	2,5	1,87	3,8	<b>0,43</b>	0,7	0,67	2,08	7,3
	$\Delta f, \%$	23	0	23	23	16,7	-23,15	-23,15	-23,15	-23,15	-17,02
ВЧ	Z	2,02	Компонента значна лише для МКГ				Компонента існує тільки для ПКТ				Відсутні
	$\Delta f, \%$	<b>-0,15</b>									

Примітка: жирний (курсив) – інформативний тільки метод ПКТ (МКГ), підкреслений (звичайний) – обидва методи інформативні (неінформативні) в поєднанні.

Як видно з таблиці 1 висновок про неінформативність обох методів у поєднанні може мати такі причини: 1) відмінності між спектрами немає (наприклад, на зубцях Q, S, T  $\Delta F$  рівна нулю); 2) відмінність існує, але вона мала (наприклад, на зубцях Q та R  $0,5 < Z < 2$ ); 3) відмінність велика, але має систематичний характер, не пов'язаний із фізіологією, наприклад, – зсув  $\Delta f$  на СЧ на всіх зубцях постійний і рівний приблизно 23 %.

4. Аналіз карт на основі їх асиметрії та

кута анізотронії. Для ідеального диполя існує тільки два екстремуми рівної амплітуди. Під асиметрією розуміємо нерівність амплітуд мінімуму та максимуму, що має місце при слабкому ступені недипольності карти, коли екстремумів тільки два, але вони мають різні амплітуди.

Величини асиметрії для різних зубців подані на рисунку 5. Інформативним для даного зубця є той метод, в якому значення асиметрії для здорового та хворого найбільше

відрізняються. З рисунка 5 можна визначити, який метод доцільно застосовувати на певному зубці, а саме – МКГ (P, Q, R), ПКТ (S), на зубці T жоден з методів не демонструє відмінностей. В цілому, залежність для МКГ

методу має регулярний характер, при цьому ясно видно, що асиметрія у хворого на ІХС більша, ніж у здорового, і монотонно зменшується протягом кардіоциклу так, що на зубці T відмінність практично відсутня.

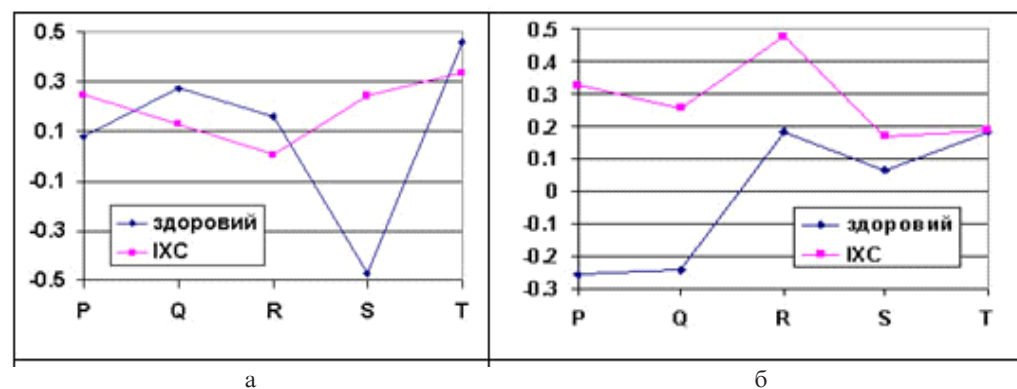


Рис. 5. Асиметрія еквівалентних електричного та струмового диполів на основі порівняння даних для здорового та хворого на ІХС для методів ПКТ (а) та МКГ (б).

Також видно закономірність зростання асиметрії від S до T в обох методах у хворого на ІХС, причому цей ріст більш помітний в МКГ. Отже, при реполяризації шлуночків неоднорідність електричного фронту більш помітна на МКГ картах. Крім того, порівняння із Фур'є-аналізом показує, що для ST-T інтервалу існує спільна закономірність – зростання асиметрії та другої гармоніки Фур'є-спектру.

Дослідимо зміну кута між еквівалентними струмовим та електричним диполями. Положення диполів визначалося як середина відрізка, проведеного між екстремумами,

напрямок електричного співпадає з напрямком променя від мінімуму до максимуму, а напрямок струмового – це напрямок перпендикуляра до цього відрізка. В ізотропному середовищі напрями обох диполів повинні точно співпадати. Проте, у зв'язку зі спіральною структурою волокон серця, у кожній здоровій людини кут між напрямками диполів (кут анізотропії) відрізняється від 0. Однак, як видно із рисунка ба, для здорової особи він не перевищує  $1^\circ$ , в той час як для хворого на ІХС (Рис. 6б) він змінюється майже на  $100^\circ$ .

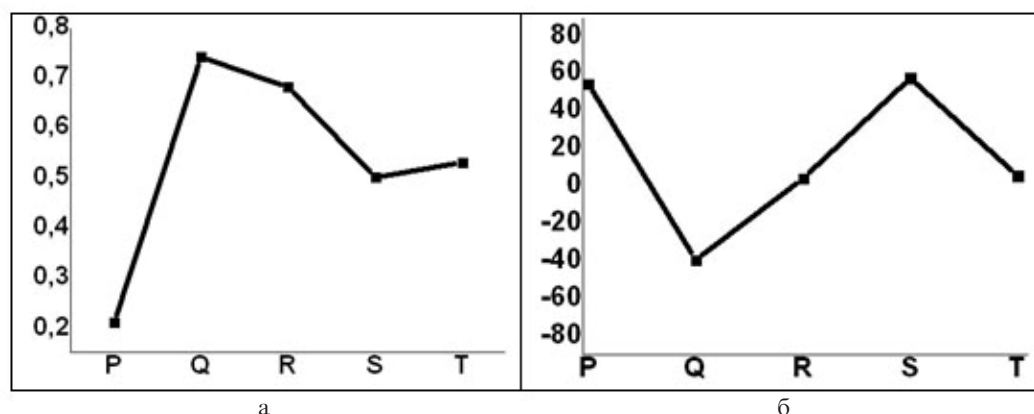


Рис. 6. Відмінність кута анізотропії між напрямком електричного та струмового диполів для здорового (а) та хворого на ІХС (б).

Нещодавно на основі зіставлення методів МКГ та вектор-ЕКГ було показано, що у пацієнтів з ІХС кут анізотропії лежить в межах  $61,7^\circ \pm 17,2^\circ$  (R) та  $45,4^\circ \pm 13,5^\circ$  (T), а у групи

здорових він становить  $20,8^\circ \pm 3,3^\circ$  (R) та  $18^\circ \pm 5,3^\circ$  (T) [6]. Тому для подальшого аналізу розіб'ємо значення кута на 2 діапазони: 1) від  $-20^\circ < a < 20^\circ$ ; 2)  $a < -20^\circ$  та  $a > 20^\circ$ . У 1-му

діапазоні знаходяться кути на R і T зубцях, отже кут не є інформативним показником, пов'язаним з ішемічними ураженнями міокарда. На зубцях P, Q та S кут анізотропії є інформативним і породжений саме впливом патології.

5. *Аналіз ПКТ та МКГ карт на основі кореляційного аналізу та згортки.* Для 5-ти моментів кардіоциклу обчислюємо кореляцію між нормованими картами, отриманими різними методами. Отримані залежності наведені на рисунку 7 і мають такі особливості:

1. Кореляційні криві, в основному, несиметричні, окрім кривих на піках R і T.

2. Екстремум в нулі по осі абсцис спостерігається лише для піків Q, R, T.

3. Криві на всіх піках спадають немонотонно від нуля.

4. Наявність осциляцій зумовлена розгорткою по строках тому, що карти мають вигляд матриць, які при кореляційному аналізі перетворювалися в 1-мірний масив.

Також були обчислені згортки нормованих ПКТ та МКГ карт для кожного зубця кардіоциклу та побудовані згладжені криві, наведені на рисунку 7.

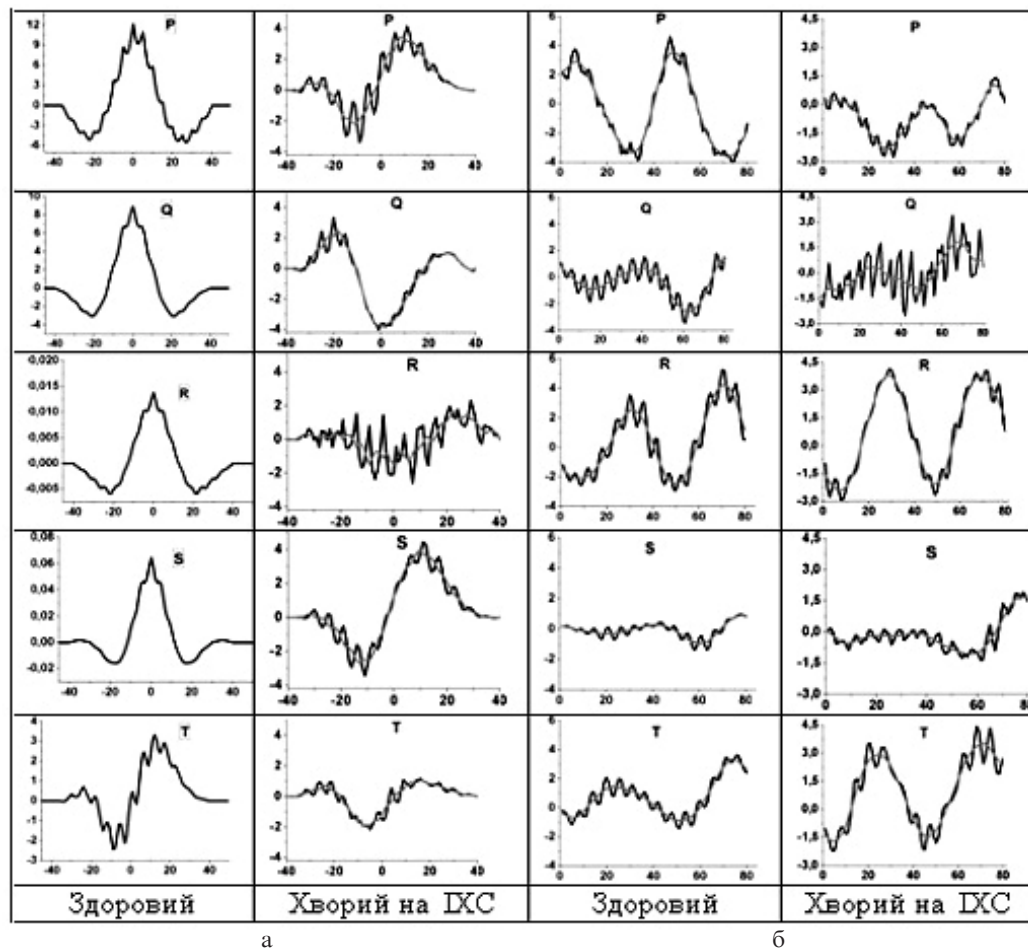


Рис. 7. Кореляція (а) і згортка (б) між ПКТ і МКГ картами для здорового та хворого на ІХС.

Для кількісної оцінки вибрано амплітуду кореляційної кривої в нулі осі абсцис і розмах кривої згортки (див. рис. 8). Використання кореляції чи згортки є доцільним для даного зубця, коли їх значення для здорового та хворого значно відрізняються. З рисунка 9 видно, що на зубцях P і Q інформативні обидва підходи, крім того, кореляція досить відрізняється на зубцях S і T, а згортка – на R. Залежність

для згортки якісно подібна для норми та хвороби, при цьому розмах згортки для хворого на ІХС менший ніж у здорового протягом P-Q-R і більший на S-T.

Також видно, що від S до T амплітуда кореляції змінює тенденцію у хворого (спадання), порівняно зі здоровим (зростання), в той час як розмах згортки зростає як у здорового, так і у хворого. Отже, для аналізу порушень при



реполяризації шлуночків інформативним буде аналіз кореляції, а не згортки.  
Результати аналізу за допомогою обох мето-

дів всіх зубців кардіоциклу за допомогою усіх застосованих математичних методів обробки карт представлені у таблиці 2.

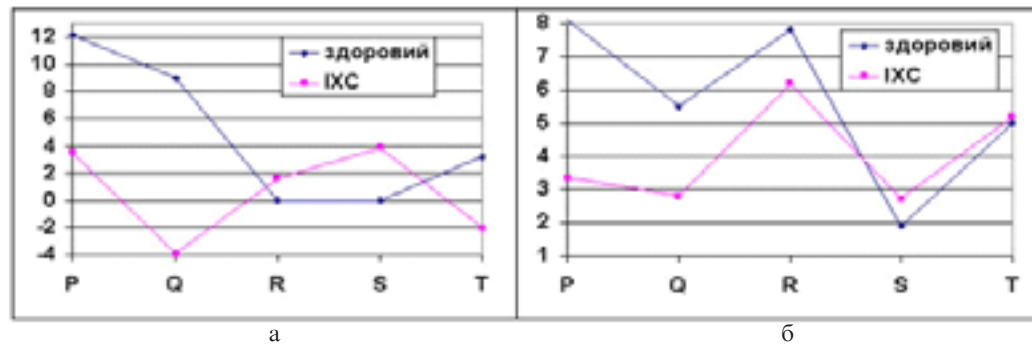


Рис. 8. Амплітуда кореляції (а) та розмах згортки (б) між картами при нормі та ІХС.

Таблиця 2. Інформативність методу для діагностики ІХС на зубцях кардіоциклу та рекомендовані методи математичної обробки карт

Зубець	Доцільно використовувати методи			Інформативність обох методів мала
	МКГ	ПКТ	обидва у поєднанні	
P	Асиметрія	Фур'є-аналіз	Фур'є-аналіз Кут анізотропії Кореляція, Згортка	
Q	Асиметрія	Фур'є-аналіз	Кут анізотропії Кореляція, Згортка	
R	Асиметрія	Фур'є-аналіз	Фур'є-аналіз Згортка	Кут анізотропії Кореляція
S	Фур'є-аналіз	Асиметрія	Кут анізотропії Кореляція	Згортка
T	Фур'є-аналіз	Фур'є-аналіз Асиметрія	Кореляція	Асиметрія, Згортка Кут анізотропії

**ВИСНОВКИ.** В роботі, на основі сигналів магнітного поля та електричного потенціалу, отриманих, відповідно, методами МКГ та ПКТ, проведено математичну обробку карт та обчислено ряд числових показників. На цій

основі було зроблено ряд висновків про інформативність цих методів (як окремо, так і в поєднанні) щодо діагностики ішемічних уражень міокарда.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. U.S. Preventive Services Task Force. Guide to Clinical Preventive Services, 2nd Edition. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, Office of Disease Prevention and Health Promotion, 1996.
2. Connolly D.C., Elveback L.R., Oxman H.A. Coronary heart disease in residents of Rochester, Minnesota: Prognostic value of the resting electrocardiogram at the time of initial diagnosis of angina pectoris // Mayo. Clin. Proc. – 1984. – 59. – Д. 247-250.
3. Electrical heterogeneity in the heart: physiological, pharmacological and clinical implications /Antzelevich C., Dumaine R. // The Heart. E. Page, H. Fozzard, R. Solario. – N.Y.: Oxford University press. – 2002. – P. 654-692.
4. The use of magnetocardiography and body surface

- potential mapping in the detection of coronary artery disease in chest pain patients with the normal electrocardiogram / R. Hoekema, C. Gurlek, I. Chaikovsky et al. // Computers in Cardiology. – 2004. – 31. – Д. 389-392.
5. Detection of coronary artery disease in patients with normal or unspecifically changed ECG on the basis of magnetocardiography / I. Chaikovsky, J.Kohler, Th. Hecker et al // Biomag 2000: Proc. of the 12-th Int. Conf. on Biomagnetism, Eds. J. Nenonen, R. Ilmoniemi, T. Katila. – Helsinki Univ. of Technology, Espoo (Finland). – 2001. – P. 565-568.
6. Detecting of the manifestation of myocardium anisotropy by the magnetocardiographic method / V. Sosnitsky, M. Budnyk, I. Chaikovsky et al. // Ibid. – P. 825-828.

УДК: 614.23/25:371.27

## ПИТАННЯ РОЗРОБКИ НОРМАТИВІВ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ В ПІСЛЯДИПЛОМНІЙ МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ

Ю.В. Вороненко, О.П. Мінцер, Ю.П. Вдовиченко, В.Г. М'ясніков,  
О.М. Вернер, В.В. Краснов, Л.Ю. Бабінцева

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

**Резюме.** Розглядаються та обґрунтовуються основні принципи розробки моделі післядипломної медичної освіти, заснованої на очно-заочних принципах з використанням дистанційних технологій. Регламентується поступовий перехід на самостійну роботу, що повинна бути підтримана сертифікованими навчально-методичними матеріалами для дистанційного навчання.

**Ключові слова:** нормативи дистанційного навчання, дистанційна освіта, самостійна робота, педагогічне навантаження, науково-методична робота.

## ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВОВ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ПОСЛЕДИПЛОМНОМ МЕДИЦИНСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Ю.В. Вороненко, О.П. Минцер, Ю.П. Вдовиченко, В.Г. Мясников,  
О.М. Вернер, В.В. Краснов, Л.Ю. Бабинцева

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

**Резюме.** Рассматриваются и обосновываются основные принципы разработки модели последипломного медицинского образования, основанного на очно-заочных принципах с использованием дистанционных технологий. Регламентируется постепенный переход на самостоятельную работу, которая должна поддерживаться сертифицированными учебно-методическими материалами для дистанционного обучения.

**Ключевые слова:** нормативы дистанционного обучения, дистанционное образование, самостоятельная работа, педагогическая нагрузка, научно-методическая работа.

## QUESTIONS OF DEVELOPMENT OF DISTANCE EDUCATION REGULATIONS IN POSTGRADUATE MEDICAL EDUCATION

J.V. Voronenko, O.P. Mintser, Yu.P. Vdovychenko, V.H. Myasnikov, O.M. Verner,  
V.V. Krasnov, L.Yu. Babintseva

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

**Summary.** Main principles of model building of the postgraduate medical education grounded on internally-correspondence principles with usage of distance technologies are considered and proved. Step-by-step transition to self-instruction which should be supported by the certificated educational and methodical materials for distance training is regulated.

**Key words:** distance education regulations, distance education, self-instruction, pedagogical load, scientifically-methodical work.

За останній час в системі освіти відбулося багато змін: Україна вступила в Болонський процес, що внесло нові вимоги до збільшення обсягу самостійної роботи (до 60 % всього навчального часу) й організації навчального

матеріалу за модульними технологіями; отримали потужний розвиток нові інформаційні технології, зокрема, дистанційна освіта, що дало викладачам можливість на більш якісному рівні представляти зміст навчальних предметів.

© Р.А. Айдиіаіеі, І.І. І'іааа, Р.І. Ааіае-аіеі, А.А. І'упі'еіа, І.І. Аааіаа, А.А. Едаііа, Е.Р. Ааа'іаааа

Створення єдиного Європейського освітнього простору висуває підвищені вимоги як до якості медичної освіти, так і до системи організації безперервного професійного розвитку лікарів та провізорів.

Проте активні зміни в системі освіти постійно наштовхуються на проблеми, пов'язані з недосконалістю правового поля та його недостатньою готовністю до підтримки новацій. Одним з основних невідпрацьованих напрямків є розподіл навчального часу, що витрачається суб'єктом навчання на самостійне засвоєння предметної галузі та часу викладача, що йде на методичну підтримку цієї самостійної роботи [1]. Самостійна робота як форма навчального процесу є найбільш актуальною в сучасних освітніх системах, оскільки саме у цій фазі навчання найбільш ефективними технологіями підтримки є дистанційні підходи [2].

Отже, в моделі післядипломної освіти, що розробляється, повинні бути враховані, як мінімум, особливості проведення очно-заочних циклів; нормативи навантажень на викладача, який використовує дистанційні технології

передачі знань; співвідношення аудиторної та самостійної частин навчальної роботи; принципи методичної підтримки викладачами самостійної роботи.

В Національній медичній академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика наказом ректора створена ініціативна група з розробки нормативів і принципів організації навчання в післядипломній медичній освіті з використанням дистанційних технологій. Було напрацьовано декілька документів, що розроблені з урахуванням основних принципів Положення про дистанційне навчання (затверджено 21.01.04 наказом № 40 Міністерства освіти і науки України).

Норми часу для планування і обліку методичної (табл. 1) і навчальної (табл. 2) роботи педагогічних працівників при організації навчання за допомогою дистанційних технологій враховують особливості сучасної організації системи післядипломної освіти і стратегічні підходи до створення в Україні системи безперервного професійного розвитку лікарів та провізорів.

Таблиця 1. Норми часу для планування та обліку методичної роботи

Вид роботи	Одиниця роботи	Норма часу в годинах для розрахунку навантаження
Розробка лекцій	1 година	10 годин підготовки для проведення 1-єї години лекції
Підготовка відеоконференції	1 година	3 години
Розробка електронного посібника (що не має друкованого аналога)	1 година роботи слухача	10 годин для забезпечення 1-єї години роботи слухача
Комп'ютерний контроль знань:		
- розробка питань для контролю знань	1 питання	0,5 години
- розробка ситуаційних завдань	1 завдання	1 година
Розробка допоміжного матеріалу:		
- створення відеоелементів	1 година	20 годин
- створення анімаційних елементів	1 хвилина	3 години
- створення оригінальних авторських малюнків або схем	1 рисунок	3 години
Підготовка методичних вказівок для лекційних та семінарських занять	1 друк.арк.	10 годин
Переробка методичних вказівок для лекційних та семінарських занять	1 друк.арк.	5 годин
Розробка робочих програм курсу з дистанційними технологіями	1 програма	20 годин

Необхідно зазначити, що введення вищим навчальним закладом у навчальний процес дистанційних технологій в кожному конкретному випадку повинно проводитись тільки після розробки відповідної системи методичного забезпечення дистанційного навчання.

Така система ґрунтується на офіційній підготовці (щодо відповідних вимог і критеріїв) модулів у вигляді, готовому для передачі в дистанційному форматі. З цією метою розробляється система сертифікації якості навчально-методичних матеріалів.

Таблиця 2. Норми часу для планування та обліку навчальної роботи

Вид роботи	Одиниця роботи	Норма часу в годинах	Розрахункова одиниця
Читання лекції дистанційно (при одноточковому навчанні)	1 акад. година	1,0	на 1 групу
Читання лекції дистанційно (при багатоточковому навчанні)	1 акад. година	1,0 + 0,3 n, n – кількість точок навчання	
Проведення семінарських занять (відеоконференції)	1 акад. година	1,0	на 1 групу
Перевірка результатів виконання самостійної роботи слухача, який використовує електронні навчальні матеріали	1 робота	0,5	
Консультація перед екзаменом		2,0*	на 1 групу
Проведення групових консультацій з навчальної дисципліни*		12% від загального обсягу навчального часу, відведеного на вивчення навчальної дисципліни*	на 1 групу
Консультація, перевірка, прийом рефератів, курсових робіт, передбачених навчальним планом	1 робота	0,5	

\* Примітка: згідно з наказом МОН України від 07.08.02 № 450 "Про затвердження Норм часу для планування і обліку навчальної роботи та переліків основних видів методичної, наукової й організаційної роботи педагогічних і науково-педагогічних працівників вищих навчальних закладів".

Процедура сертифікації якості навчально-методичних матеріалів (НММ) складається з двох послідовних етапів. Перший етап - експертиза НММ, що включає оцінку якості змісту, вірності форм завдань і статистичних характеристик НММ. Другий етап – сертифікація. НММ, що пройшли експертизу і відповідають затвердженим вимогам до їх якості, видається сертифікат якості НММ. Мета сертифікації – підвищення якості освіти шляхом вдосконалення НММ, що використовуються для проведення очно-заочних циклів в системі післядипломної медичної освіти. Предметом і змістом сертифікації є встановлення ступеня відповідності характеристик НММ діючим на момент сертифікації вимогам до їх якості. Вимоги можуть бути затверджені Координаційною радою МОЗ України з питань сертифікації якості НММ. Основними принципами сертифікації є наукова обґрунтованість, об'єктивність, конфіденційність, систематична звітність. Принцип наукової обґрунтованості регламентує використання в процесі сертифікації сучасного наукового апарату. Принцип об'єктивності передбачає експертизу якості НММ за єдиною методикою.

Робочою групою було розроблено два документи: "Тимчасові методичні вказівки щодо підготовки навчально-методичних матеріалів до сертифікації" і "Положення про сертифіка-

цію якості навчально-методичних матеріалів, що застосовуються для проведення очно-заочних циклів з використанням дистанційних технологій в системі післядипломної медичної (фармацевтичної) освіти". Дані документи наведені нижче.

#### ТИМЧАСОВІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ПІДГОТОВКИ НАВЧАЛЬНО- МЕТОДИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ДО СЕРТИФІКАЦІЇ

З метою підготовки навчально-методичних матеріалів (НММ) до процедури сертифікації автори (замовники) самостійно оцінюють якість змісту НММ, перевіряють відповідність завдань вимогам і виявляють статистичні характеристики НММ.

1. Загальні дані про НММ повинні включати:  
а) назву навчального предмета;  
б) назву освітньої програми;  
в) авторський колектив розробників;  
г) період розробки (дати початку і завершення);

д) дати проходження експертизи, кількість експертів, дати проходження апробації НММ.

2. Специфікація НММ повинна включати:

а) мету створення НММ;  
б) перелік спеціальностей і напрямків підготовки, для яких планується застосовувати НММ;

в) перелік інформаційних джерел, що використані при розробці НММ (державні стандарти або документи, що їх замінюють, із зазначенням року і місця видання, найменування програм тощо);

г) найменування підходу до розробки НММ (нормативно-орієнтований, критеріально-орієнтований або змішаний);

д) розподіл розділів НММ за видами діяльності (знаннями, вміннями) слухачів (у вигляді таблиці з докладною розшифровкою).

3. Статистичні характеристики завдань та тестів повинні включати:

- а) дані про складність розділів;
- б) дані про однорідність змісту;
- в) дані про валідність НММ із зазначенням виду валідності та використаного методу отримання оцінок;
- г) дані аналізу кореляційних зв'язків розділів;
- д) оптимальний час, необхідний для вивчення НММ;
- е) дані про інформативність НММ з точки зору відповідності цільової інформаційної функції.

4. Критерії щодо проведення змістовної експертизи НММ:

- а) повнота відображення освітньої програми при обґрунтуванні змісту НММ;
- б) вірність пропорцій, що вибрані при відображенні розділів предмета (змістовних ліній);
- в) повнота відображення вимог державних стандартів у НММ;
- г) відповідність змісту завдань знанням, умінням і навичкам, запланованим для перевірки в специфікації НММ;
- д) значущість змісту кожного розділу НММ для цілей перевірки.

**ПОЛОЖЕННЯ ПРО СЕРТИФІКАЦІЮ  
ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИХ  
МАТЕРІАЛІВ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ  
ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОЧНО-ЗАОЧНИХ  
ЦИКЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ДИСТАНЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ МЕДИЧНОЇ  
(ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ) ОСВІТИ**

**Загальні положення**

1. Дане положення є тимчасовим та визначає мету, предмет, зміст і організацію процедури сертифікації якості навчально-методичних матеріалів (далі – НММ), що застосовуються

для проведення очно-заочних циклів в системі післядипломної медичної (фармацевтичної) освіти.

2. Мета сертифікації – підвищення якості освіти шляхом удосконалення НММ, що застосовуються для проведення очно-заочних циклів в системі післядипломної медичної (фармацевтичної) освіти. При цьому вирішуються дві задачі: перша – виявлення і фіксація досягнутого рівня якості НММ, що сертифікуються, друга – розробка рекомендацій, що визначають методику вдосконалення НММ.

3. Предметом і змістом сертифікації є встановлення ступеня відповідності характеристик НММ діючим на момент сертифікації вимогам до їх якості. Вимоги затверджуються Координаційною радою МОЗ України з питань сертифікації якості НММ (далі – Координаційна рада). Вимоги підлягають оновленню не рідше одного разу на три роки.

4. Основними принципами сертифікації є наукова обґрунтованість, об'єктивність, конфіденційність, систематична звітність. Принцип наукової обґрунтованості регламентує використання в процесі сертифікації сучасного наукового апарату. Принцип об'єктивності передбачає експертизу якості НММ за єдиною методикою.

**Процедура сертифікації**

1. Процедура сертифікації якості НММ складається з двох послідовних етапів. Перший етап – експертиза НММ, що включає оцінку якості змісту, вірності форм завдань і статистичних характеристик НММ. Другий етап – сертифікація НММ, що пройшли експертизу і задовольняють затвердженим вимогам до їх якості, видається сертифікат якості НММ (надалі – сертифікат). Зразок бланка сертифіката розробляється головними установами з сертифікації якості НММ і затверджується Координаційною радою МОЗ України.

2. Сертифікат дає право на використання НММ з метою навчання слухачів. Сертифікат забезпечується бланком із паспортними даними НММ, що містять інформацію про характеристики НММ, має реєстраційний номер, котрий співпадає з реєстраційним номером НММ.

3. При неповній відповідності характеристик НММ вимогам якості видається свідоцтво про проходження процедури сертифікації. Свідоцтво засвідчує факт проходження процедури

сертифікації і містить рекомендації щодо доопрацювань НММ. Зразок свідоцтва і зміст рекомендацій щодо доопрацювання НММ розробляються головними установами з сертифікації якості НММ і затверджуються Координаційною радою МОЗ України.

**Вимоги до організації проведення сертифікації**

1. Сертифікація проводиться на базі Національної медичної академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика та Запорізького державного медичного університету (далі – головні установи).

2. Сертифікація НММ проводиться за бажанням їх авторів або згідно з заявками навчальних закладів на договірній основі. Вартість витрат на проведення сертифікації визначається типовим кошторисом витрат, що затверджується Координаційною радою МОЗ України.

3. Кошти, що перераховуються замовниками, надходять на рахунки головних установ з сертифікації якості НММ і витрачаються на оплату праці експертів, організацію процесу сертифікації, на розвиток і вдосконалення методичного і матеріально-технічного оснащення процедури сертифікації.

4. Сертифікація проводиться на підставі договору, що укладається між замовниками робіт і головними установами. Договір може передбачати надання замовнику додаткових послуг з доопрацювання НММ. Обсяг останніх визначає організація, що проводить сертифікацію, в тих випадках, коли НММ потребують доопрацювання для доведення їх якості до рівня вимог сертифікації.

5. З метою проведення процедури сертифікації на базі головних установ створюються експертні групи. Склад експертних груп затверджується МОЗ України за представленням головних установ. До складу експертів не повинні входити представники навчального закладу, що замовив проведення робіт з сертифікації.

6. Робота експертних груп здійснюється за спеціальними методиками, схваленими Координаційною радою і затвердженими МОЗ України.

7. Оформлення результатів сертифікації і видача сертифіката проводяться в порядку, затвердженому Координаційною радою, та відповідно до описаної вище процедури сертифікації.

8. Щорічні звіти про результати сертифікації (в анованій формі) передаються головними установами в Координаційну раду.

9. Сертифіковані НММ розміщують з відома замовника (автора) в інформаційних базах головних установ для створення Єдиного фонду НММ (банку НММ). Головні організації не володіють правом передачі НММ без згоди авторів.

10. Сертифікат дає право на використання НММ для навчання слухачів та інтернів лише відповідно до паспортних даних НММ. При будь-яких змінах, що призводять до порушення паспортних даних НММ, зафіксованих в процесі сертифікації НММ, сертифікат втрачає силу.

11. При виникненні конфліктних ситуацій, пов'язаних з висновками експертів, замовники робіт мають право звернутися до Координаційної ради з метою призначення додаткової експертизи.

Відповідно, робочою групою було розроблено положення про комісію з питань сертифікації якості навчально-методичних матеріалів. Цей документ наголошує про наступне:

1. Комісія з питань сертифікації якості навчально-методичних матеріалів (далі Комісія) є структурним підрозділом при Координаційній раді МОЗ України з питань сертифікації якості дистанційного навчання (ДН), що діє в цілях науково-методичного забезпечення і контролю процесу сертифікації якості навчально-методичних матеріалів (далі – НММ).

2. Комісія створюється, реорганізується і ліквідується розпорядженням Координаційної ради МОЗ України з питань сертифікації якості ДН. До складу Комісії входять головні фахівці та завідувачі опорних кафедр, представники науково-дослідних організацій і установ системи освіти та МОЗ України.

3. Комісію очолює голова. Підготовку засідань Комісії і доведення ухвалених нею рішень до відома зацікавлених організацій здійснює вчений секретар.

4. Комісія у своїй діяльності керується:

- законодавчими актами України;
- постановами МОН і МОЗ України в області освіти;
- нормативно-правовими актами МОН, МОЗ України і Координаційної ради МОЗ України з питань сертифікації якості ДН, даним Положенням.

## 5. Основні завдання і функції Комісії:

- здійснення контролю за дотриманням вимог до якості НММ в процесі сертифікації, а також за обґрунтованістю результатів експертизи якості НММ, що сертифікуються;
- виявлення проблем і труднощів, що уповільнюють становлення процесу сертифікації НММ;
- внесення пропозицій в програми роботи головних установ в системі МОЗ України щодо сертифікації якості НММ, в області сертифікації НММ і визначення пріоритетних напрямків їх діяльності з сертифікації (щорічно);
- обговорення звітів головних установ МОЗ України з сертифікації якості НММ та їх затвердження (щорічно);
- узгодження переліку документів і матеріалів, що представляються замовником, а також вимог до якості НММ;
- узгодження методик експертизи якості НММ;
- затвердження форми бланка сертифіката НММ;
- розробка рекомендацій щодо вдосконалення процесу сертифікації НММ, зокрема визначення пріоритетних науково-дослідних робіт з розширення та вдосконалення процесу і системи сертифікації НММ;
- розгляд випадків апеляцій з боку замовників;
- визначення порядку оформлення і видачі сертифікатів.

6. Комісія, відповідно до покладених на неї завдань, має право отримувати звіти головних установ в системі МОЗ України з сертифікації якості НММ, документи і матеріали МОЗ України й іншу необхідну інформацію з питань розробки і використання НММ.

7. Члени Комісії і члени експертних груп повинні дотримуватися принципу конфіденційності по відношенню до змісту НММ, представлених на експертизу, та результатам експертизи для зовнішніх користувачів.

8. Робота Комісії проводиться за планом. Засідання Комісії проводяться не рідше одного разу на два місяці. Рішення Комісії ухвалюються більшістю голосів її членів, якщо на засіданні присутні не менше 2/3 членів Комісії.

З огляду на сучасні тенденції безперервного професійного розвитку, основні положення Болонського процесу про значну складову частину самостійної роботи, а також розвиток

сучасних технологій дистанційної освіти (ДО), стає особливо актуальним застосування дистанційних підходів при підвищенні кваліфікації лікарів та провізорів. Програма розвитку системи дистанційного навчання на 2004-2006 роки (затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 23 вересня 2003 р. № 1494), декларує необхідність задоволення освітніх потреб громадян упродовж усього життя, забезпечення доступу до освітньої та професійної підготовки всіх, хто має необхідні здібності та адекватну підготовку.

Дистанційні освітні технології на основі сучасних телекомунікацій, що використовуються у післядипломній підготовці медичних кадрів, мають декілька переваг перед традиційною системою підвищення кваліфікації, а саме:

- робота з дорослим контингентом слухачів, які вже опанували досвід та технології самостійного навчання (у порівнянні зі студентами додипломної фази);
- більш повне задоволення потреб практичної охорони здоров'я в освітніх послугах;
- гнучкість системи післядипломної освіти для практичного лікаря (провізора);
- економічна ефективність для установ охорони здоров'я;
- висока якість і стандарти освіти за рахунок реалізації комплексних освітніх програм, заснованих на використанні передових педагогічних інформаційних технологій;
- можливість залучення додаткових людських ресурсів з різних регіонів країни в якості викладачів та авторів курсів;
- підвищення соціальної та професійної мобільності фахівців, їхньої соціальної активності, кругозору та рівня самосвідомості;
- можливість отримання практичним лікарем (провізором) безперервної післядипломної освіти за місцем проживання без відриву від основного місця роботи.

З огляду на територію країни, наявність великої кількості досить віддалених регіонів, де часто є всього 1-2 фахівці, а також непросту економічну ситуацію, зазначений вид навчання дозволив би охопити регулярним навчанням набагато більшу кількість лікарів, провізорів і медсестер.

Крім того, практичний лікар, який знайомий з системою дистанційної освіти, більш ефективно буде використовувати телемедичні можли-

вості регіону, що є надійною основою для результативного впровадження телемедицини в охорону здоров'я України.

Закордонний досвід проведення дистанційного навчання свідчить про те, що підхід до впровадження такої форми післядипломної підготовки медичних кадрів повинен бути системним. Системність припускає етапність здійснення проекту та паралельність із впровадженням ДО в практичну охорону здоров'я. В найближчі 2-3 роки (в силу економічних обмежень) доцільно вести мову не про дистанційну освіту, а про використання дистанційних освітніх технологій у післядипломному підвищенні кваліфікації медичних кадрів.

Медицина являє собою одну з тих галузей знань, де традиційно вважається неможливим одержати базову освіту заочно. Що стосується післядипломної освіти, то теоретичні (переважно) цикли підвищення кваліфікації можна проводити з використанням дистанційних технологій. При цьому сам іспит доцільно проводити традиційним способом: тестування, перевірка навичок, співбесіда.

В таких умовах неминуче підвищується роль викладача як головної фігури при будь-якому виді навчання. При цьому якість педагогічного процесу визначається не тільки професіоналізмом викладача як фахівця й як педагога, але й володінням сучасними телекомунікаційними засобами передачі інформації.

Використання дистанційних освітніх технологій в післядипломній підготовці медичних кадрів повинно йти за чотирма основними напрямками:

- 1) підготовка грамотних користувачів дистанційних освітніх технологій (як серед викладачів, так і серед лікарів та провізорів);
- 2) вдосконалення методичних і нормативно-правових питань дистанційних технологій;
- 3) вдосконалення технології навчання на основі телекомунікаційних засобів;
- 4) вдосконалення комп'ютерних навчальних посібників, призначених для дистанційного використання.

Основними видами навчальних занять при дистанційній освіті у вищих навчальних закладах є: самостійне вивчення навчального матеріалу дистанційного курсу, лекція, консультація, семінар, дискусія, практичне заняття, лабораторне заняття.

1. Самостійне вивчення передбачає використання навчальних матеріалів дистанційних курсів, що слухачі отримують через Інтернет (інтранет, корпоративну мережу) та / або на магнітному носії (CD-ROM), інших інформаційних носіях.

Вимоги щодо самостійного вивчення навчального матеріалу конкретної дисципліни визначаються навчальною програмою, методичними вказівками, інструкціями й завданнями, що містяться в дистанційному курсі.

2. Лекція – один із видів заняття при дистанційному навчанні, на якому слухачі отримують аудіовізуальну інформацію лекційного матеріалу через засоби телекомунікаційного зв'язку як у синхронному режимі, коли слухачі можуть отримувати інформацію від лектора та ставити йому запитання в реальному режимі часу, так й в асинхронному, коли слухачі отримують аудіовізуальний запис лекційного матеріалу.

3. Консультація – це елемент навчального процесу, за яким слухачі дистанційно отримують від викладача відповіді на конкретні запитання або пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування.

4. Семінар – це заняття, що заплановане програмою навчання, під час якого відбувається обговорення вивченої теми, до якого слухачі готують тези виступів на підставі виконаних завдань.

5. Дискусія – це навчальне заняття, проведення якого визначається викладачем у зв'язку з необхідністю вирішення поточної проблеми, що виникла у слухачів під час навчання, шляхом обговорення її слухачами з викладачем та між собою.

6. Семінар і дискусія проводяться дистанційно в синхронному режимі (у реальному часі) з використанням телекомунікаційної мережі.

7. Практичне заняття – це навчальне заняття, під час якого відбувається детальний розгляд слухачами окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формуються вміння та навички їхнього практичного застосування шляхом індивідуального виконання ними завдань, що сформульовані у дистанційному курсі.

Практичні заняття виконуються дистанційно, результати надсилаються викладачеві електронною поштою.



8. Лабораторне заняття – форма навчання, що передбачає особисту участь слухача у проведенні натурних або імітаційних експериментів чи дослідів з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень конкретної навчальної дисципліни, набуття практичних навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, вимірювальною апаратурою, обчислювальною технікою, методикою експериментальних досліджень у конкретній предметній галузі.

Лабораторні заняття, залежно від напрямку

(спеціальності) підготовки, рівня матеріально-технічної оснащеності реальних лабораторій, можливостей створення та використання віртуальних лабораторій можуть проводитись у формі одного з таких варіантів:

- очно в спеціально обладнаних навчальних лабораторіях;
- дистанційно з використанням відповідних моделювальних програм (емуляторів), віртуальних лабораторій;
- за змішаною формою (частина – за першим, а частина – за іншим варіантами).

#### Сценарій використання дистанційних освітніх технологій



1 крок. Оцінка базових знань слухачів. Для цього використовується автоматизована атестаційна система. При успішному складанні іспиту слухач приймається на навчання.

2 крок. Перший тиждень – очна частина циклу. За цей період викладачі проводять лекції, проводять семінарські заняття, при необхідності проводиться й частина практичних занять. У цей же час слухачі під керівництвом викладачів мають змогу ознайомитись та набути навичок щодо принципів дистанційної роботи з контентом.

3 крок. Другий, третій і четвертий тижні – дистанційна частина циклу. Слухачі займаються переважно самостійно під керівництвом тьютора. Щодня слухачі отримують модулі навчального матеріалу різними способами:

- прослуховуючи інтерактивні лекції;
- працюючи з електронними посібниками та підручниками;
- спілкуючись електронною поштою з тьютором;
- беручи участь у групових Інтернет-конференціях.

Результати роботи кожного слухача з навчальним матеріалом тьютор і сам слухач оцінюють при рубіжному контролі знань (тестуванні) за допомогою автоматизованої атестаційної системи. Крім того, тьютор відповідає на запитання своїх слухачів з конкретних розділів програми.

4 крок. П'ятий тиждень – очна частина циклу. В цей період викладачі проводять семінарські та лекційні заняття.

5 крок. Наприкінці циклу проводиться захист курсового проекту та підсумковий іспит (тестовий контроль, оцінка практичних навичок, оцінка лікарського мислення).

Виконання курсових проектних завдань виконується слухачами самостійно з наданням можливості консультування з керівниками проектів та консультантами шляхом електронної пошти або особисто. Захист курсових проектів відбувається очно (в разі створення правових або організаційних проектів та інформаційно-технологічних засобів, що забезпечують гарантований рівень аутентифікації слухачів, – дистанційно) перед відповідними комісіями за участю керівника курсового проекту. Курсові проекти зберігаються в спеціальних архівах на паперовому носії та в електронній формі на цифрових носіях протягом визначеного терміну.

Після проходження навчального циклу кожен слухач включається в систему "безперервної освіти" зі своєї спеціальності. В рамках подібної системи слухач шляхом електронної пошти періодично отримує нову інформацію з нормативно-правових питань своєї спеціальності, літератури, з розробки та впровадження нових лікарських засобів, діагностичних і лікувальних методик, рекламну інформацію тощо.

Педагогічне навантаження на викладачів при проведенні циклу з використанням дистанційних освітніх технологій розраховується, виходячи з кількості навчальних годин, необхідних для проведення аналогічного циклу, проведеного традиційним способом.

#### Технологія проведення циклу

1. Для технічного забезпечення циклу з використанням дистанційних технологій навчання організується "опорний пункт" на базі комп'ютерів лікувальної установи, що мають можливість виходу в Інтернет (або на базі інших установ).

2. Процесом проведення всього циклу на робочому місці керує зовнішній модератор – лікар (провізор), що вже пройшов навчання й отримав додаткові інструкції з проведення дистанційної частини циклу. До завдання зовнішнього модератора входить інформування своїх колег про проведені цикли, ознайомлення лікарів з документами, оголошеннями, а також допомога слухачам в отриманні інформації з кафедри та відправлення назад необхідних відомостей. Зовнішній модератор допомагає слухачам освоїти роботу з тестовою програмою, з лекціями, з комп'ютерними підручниками за загальними та окремими розділами спеціальності.

3. Крім основної роботи через зовнішнього модератора здійснюються також консультації хворих (телемедицина), коли на робочих місцях виникає необхідність. У цьому випадку слухач за допомогою зовнішнього модератора звертається на кафедру за консультативною допомогою та отримує її від співробітників кафедри.

#### Методичне та організаційне забезпечення циклу

1. Впровадження дистанційних освітніх технологій для післядипломного підвищення кваліфікації медичних кадрів вимагає розвитку нового методичного напрямку діяльності навчального закладу з використання цих форм у педагогічному процесі. З цією метою в освітній установі підвищення кваліфікації медичних кадрів повинен бути створений центр дистанційного підвищення кваліфікації.

2. До завдань центру дистанційного підвищення кваліфікації входить:

- підготовка викладачів кафедр і практичних лікарів (провізорів) з питань використання телекомунікаційних технологій у педагогічній і лікувальній діяльності (в тому числі підготовка майбутніх тьюторів);
- сприяння викладачам кафедр у підготовці курсів для дистанційної післядипломної освіти;
- здійснення дистанційної частини циклів з використанням сторонніх і власних курсів;
- науково-методичне забезпечення ДО (критерії, засоби та системи контролю якості дистанційного навчання; дидактичне та методичне забезпечення дистанційних курсів; методики розробки, апробації та впровадження дистанційних курсів тощо);

– спільна освітня діяльність з провідними ВНЗами, що здійснюють дистанційну освіту;  
– просування діяльності навчального закладу на ринок послуг дистанційної освіти.

3. Атестовані модулі для дистанційного навчання лікарів (провізорів) вносяться до єдиного державного банку даних.

#### Правові аспекти використання дистанційних технологій

1. Нормативно-правові аспекти дистанційних освітніх технологій потребують вирішення питань відповідальності медичного й технічного персоналу за організацію, проведення та конфіденційність дистанційного навчання.

2. Розробка та вдосконалення програмних продуктів для цілей дистанційного підвищення кваліфікації медичних кадрів передбачає такі можливості для учасників педагогічного процесу:

– забезпечення автентичності обговорюваних медичних документів (процедура підтвердження однакової якості матеріалів, що передані та отримані);

– авторизація матеріалів, що отримані при використанні дистанційних освітніх технологій;

– протоколізація (документування) проведення циклу та наступне архівування даних;

– аутентифікація викладача та його підпису;

– забезпечення відповідальності за вірогідність інформації, що розміщується на Web-серверах освітніх установ;

– забезпечення авторських і майнових прав на матеріали, що використовуються в процесі навчання; надання платних освітніх послуг, робота з класифікатором дистанційних освітніх послуг, розрахунок їхньої вартості (структура ціни та тарифи на послуги), механізми оплати.

Після проходження циклу кожен лікар включається в систему "безперервної освіти" зі своєї спеціальності. В рамках такої системи лікар через електронну пошту періодично отримує нову інформацію з нормативно-правових питань своєї спеціальності, з новинок літератури, з нових лікарських засобів, з нових діагностичних і лікувальних методик, рекламну інформацію тощо.

В концепції на перше місце виходить завдання забезпечення *якості науково-навчально-методичної роботи*. Реалізація запропонованих

підходів неможлива без застосування інформаційних технологій.

На другому етапі впровадження моделі післядипломної освіти планується застосування інформаційних технологій підтримки організації навчального процесу. Концепція складається з портфоліо викладача та слухача.

*Портфоліо викладача* вміщує облік часу, витраченого викладачем на аудиторну роботу (згідно з робочим планом) та облік зусиль, витрачених на методичну роботу (складається з годин на *супровід заочної роботи слухачів*, а також на *розробку модулів*).

При оцінюванні процесу виходять з часу, який витрачає на розробку модуля середньостатистичний викладач. Однак цей час враховується лише в тому випадку, якщо викладач успішно *завершує і презентує* результати своєї праці. Облік часу *відбувається за критерієм*: для трансформації 1 години аудиторного заняття в заочну форму витрачається 5 годин.

*Портфоліо слухача (електронний паспорт суб'єкта навчання)* є електронною базою даних, що містить освітній маршрут і всю історію навчання слухача.

Крім того, якість освіти, що проводиться за дистанційними технологіями, повинна контролюватися на державному рівні. Робочою групою було розроблено положення про координаційну раду МОЗ України з питань сертифікації якості дистанційного навчання, що містить такі положення:

1. Координаційна Рада МОЗ України з питань сертифікації якості дистанційного навчання (далі Координаційна Рада) є дорадчим органом при МОЗ України, що діє з метою науково-методичного забезпечення, контролю і координації робіт із забезпечення якості дистанційного навчання (далі ДН).

2. Координаційна Рада створюється, реорганізується і ліквідується наказом МОЗ України. До складу Координаційної Ради входять головні фахівці і завідувачі опорними кафедрами, представники науково-дослідних організацій і установ системи освіти і МОЗ України.

3. Координаційну раду очолює голова. Підготовку засідань Координаційної Ради і доведення ухвалених нею рішень до відома зацікавлених організацій здійснює вчений секретар.

4. Координаційна Рада в своїй діяльності керується:

- законодавчими актами України;
- постановами МОН і МОЗ України в області освіти;
- нормативно-правовими актами МОН і МОЗ України, даним Положенням.

5. Основними завданнями і функціями Координаційної Ради є вирішення питань розвитку дистанційного навчання за такими основними напрямками:

- нормативно-правове й організаційне забезпечення;
- науково-методичне забезпечення;
- системотехнічне забезпечення та стандартизація дистанційного навчання;
- матеріально-технічне забезпечення;
- кадрове забезпечення;
- моніторинг якості, експертизи і сертифікації дистанційного навчання.

6. Координаційна Рада, відповідно до покладених на неї завдань, має право отримувати звіти головних установ в системі МОЗ України щодо якості ДН, документи і матеріали МОЗ України та іншу необхідну інформацію з питань розробки і використання технологій ДН.

7. Члени Координаційної Ради повинні дотримуватися принципу конфіденційності по відношенню до матеріалів ДН, представлених на експертизу, і результатам експертизи для зовнішніх користувачів.

8. Робота Координаційної Ради проводиться за планом. Засідання Координаційної Ради проводяться не рідше одного разу на два місяці. Рішення Координаційної Ради ухвалюються більшістю голосів членів Ради, якщо на засіданні присутні не менше 2/3 членів Ради.

**ВИСНОВОК.** В межах розробленої концепції пропонується здійснити поступову відмову від традиційної аудиторної моделі проведення занять. У новій моделі здійснюється зменшення годин аудиторної роботи за рахунок зростання самостійної роботи для слухачів і науково-методичної роботи для викладачів.

Рекомендується впровадження формату модульного навчання протягом тривалого часу таким чином, що 2/3 від загальної кількості модулів забезпечується навчальним закладом післядипломної освіти, до якого прикріплений слухач. Інші модулі можуть бути отримані в будь-яких акредитованих закладах системи післядипломної освіти (державної та недержавної форми власності).

Однією з важливих складових нової моделі слід вважати вибір лекцій при дистанційному навчанні за ринковим принципом, тобто слухачем згідно з заздалегідь анонсованим планом, виключно за сертифікованими незалежними міжнародними організаціями.

Нарешті, має бути моніторинг і планування безперервного професійного розвитку лікарів і провізорів на державному рівні системи, а індивідуальної навчальної діяльності слухачів – незалежними експертами.

#### Бібліографія

1. Адоіа А.І., Ідеіаєі Е.Е. Е аітдіно ітдеіє-чаодеє чаодоао о-ааііаі адаіаіє ідаііааааоаеу іде ііааіоіаеа ітаоєаеєноіа // Ааіоіеє ІАО. – 1. – 2001. – №. 67-72.
2. Ііоао І.І., Едаііа А.А., Аааіоааа Е.Е. оа іі. Ідеіоєіє ііоіааоііє ііаодеіеє а іаііноіііо

- іаа-аіі іде ааііааааіііо ііоаііііо дічаедео еіааоа оа ііаіііа // Чаііеє ііоу іаоєіаі-іаоі-ае-ііє ііоааііо і ііаіаііі о-аііо "Ііаеіае ааііаааііа ііоаіііаі дічаедео еіааоа і ііаіііа": – Е., 2007 д. – №. 605-606.

УДК:61:377.4:004

**ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ****Ю.В. Вороненко, А.М. Сердюк\*, О.П. Мінцер, Ю.П. Вдовиченко, Г.І. Лисенко,  
О.М. Вернер, В.В. Краснов, А.В. Коблянська\*, В.О. Мінцер***Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика МОЗ України  
\*ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеева АМН України"*

**Резюме.** Викладені фундаментальні принципи розробки стандартів у післядипломній освіті. Запропоновано нові підходи в створенні стандартів, що ґрунтуються на принципах самоосвіти, розширенні виробничих функцій, застосуванні інформаційних технологій та соціально-професійних компетенцій. Обґрунтовано врахування у стандартах вимог до робочого місця, професії загалом, соціуму і особливостей безперервного професійного розвитку лікарів.

**Ключові слова:** стандарти післядипломної освіти, інформаційні технології в освіті, компетенції, сімейна медицина, самоосвіта, кредити.

**ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА БАЗЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****Ю.В. Вороненко, А.М. Сердюк, О.П. Минцер, Ю.П. Вдовиченко, Г.И. Лисенко,  
О.М. Вернер, В.В. Краснов, А.В. Коблянская\*, В.О. Минцер***Национальная медицинская академия последипломного образования имени П.Л. Шупика  
\*ДУ "Институт гигиены и медицинской экологии им. О.М. Марзеева АМН Украины"*

**Резюме.** Изложены фундаментальные принципы разработки стандартов в последипломном образовании. Предложены новые подходы в создании стандартов, которые основаны на принципах самообразования, расширении производственных функций, применении информационных технологий и социально-профессиональных компетенциях. Обоснован учет в стандартах требований к рабочему месту, профессии в целом, социума и особенностей непрерывного профессионального развития врачей.

**Ключевые слова:** стандарты последипломного образования, информационные технологии в образовании, компетенции, семейная медицина, самообразование, кредиты.

**FEATURES OF CREATION OF STATE STANDARDS OF POSTGRADUATE  
MEDICAL EDUCATION ON THE BASIS OF INFORMATION TECHNOLOGIES****Yu.V. Voronenko, A.M. Serdyuk\*, O.P. Mintser, Yu.P. Vdovychenko, H.I. Lysenko,  
O.M. Verner, V.V. Krasnov, A.V. Koblyanska, V.O. Mintser***National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk  
of MPH of Ukraine**\*SE "Institute of Hygiene and Medical Ecology named after O.M. Marzeyev of AMS of Ukraine"*

**Summary.** Fundamental principles of development of standards in postgraduate education are stated. New approaches in creation of standards which are based on principles of self-education, expansion of production functions, applications of information technologies and socially-professional competency are offered. The taking into account in standards of a workplace requirements, a trade as a whole, society and features of continuous professional development of doctors is proved.

**Key words:** standards of postgraduate education, information technologies in education, the competence, family medicine, self-education, credits.

Необхідність зміни системи медичної освіти, що продиктована дією численних соціальних і професійних факторів (передусім, значним зростанням обсягів медичних даних, швидкою зміною самого розуміння подій, фактів, явищ) сьогодні ні у кого не викликає сумнівів.

Дійсно, за останні декілька років людство отримало стільки нових медичних знань, скільки воно не отримувало за всю довгу історію свого розвитку. Очевидно, що медицина є специфічною галуззю знань. Підвищена відповідальність при прийнятті рішень, часто нестача часу для збирання необхідних відомостей і обумовлена цим чинником недостатня й неточна інформація про патологічний процес, яким страждає пацієнт, примушує говорити про те, що лікар змушений працювати в умовах вираженої невизначеності.

В результаті намітилися тенденції відходу від єдиної консервативно-декларативної системи медичної (фармацевтичної) освіти. З'явилися численні недержавні освітні установи, що застосовують нові системи, методики і технології навчання. Швидко почала формуватися відкрита освіта, тобто система організаційних, педагогічних та інформаційних технологій, в якій архітектурними і структурними рішеннями забезпечуються відкриті стандарти на інтерфейси, формати і протоколи обміну інформацією. При відкритій освіті забезпечується її додаткова мобільність, стабільність і ефективність.

Проте надання системі освіти якостей відкритої системи спричиняє кардинальну зміну її властивостей у напрямі більшої свободи при плануванні навчання, виборі місця, часу і темпу. Реалізується перехід від принципу "освіта на все життя" до принципу "освіта крізь усе життя". Підкреслимо, що забезпечується також зміна руху: тепер до знань рухається не суб'єкт навчання, а відбувається зворотний процес – знання доставляються до людини.

Вкрай важливо підкреслити, що серед всього нагромадження "уламків" колишньої будівлі освіти і нової, що створюється, на перше місце виходять питання відповідності знань суб'єктів навчання, вимогам, що визначені певним розвитком і потребами суспільства, а також проблеми організації знань [1, 2].

Іншими словами, в усіх випадках реформування системи освіти ключове значення має створення системи забезпечення якості освіти.

Схвалений Радою Європейської Асоціації Університетів директивний документ під назвою "Контроль якості у вищій освіті" підтверджує центральну роль якості в освіті і постулює, що контроль може бути успішним лише в тому випадку, якщо він є невід'ємною частиною вузівської культури, що створює необхідну мотивацію і забезпечує достатній рівень компетентності для реалізації механізмів контролю якості. Зрозуміло, що контроль стосується процедур, котрі прийняті вищими навчальними закладами, національними системами освіти й міжнародними організаціями для забезпечення і підвищення якості освіти. Він особливо ефективний тоді, коли охоплює саме основи освітньої діяльності, а його результати є відкритими. При цьому основна відповідальність за забезпечення якості в сфері вищої освіти покладається на сам вищий навчальний заклад, що відповідає принципу інституціональної автономії і створює основу для реальної підзвітності кожної академічної системи в рамках національної системи забезпечення якості.

Якість освіти, як і якість взагалі – складне поняття. У широкому розумінні якість вищої освіти являє собою збалансовану відповідність вищої освіти різноманітним потребам, цілям, вимогам, нормам, еталонам, стандартам [3]. Важливо підкреслити, що в концепції безперервної медичної освіти перевірка якості освіти (або, взагалі кажучи, навчання) здійснюється, по суті справи, впродовж усієї професійної діяльності фахівця, і ця перевірка ґрунтується на встановленні відповідності рівня якості підготовки випускників, які завершили освоєння освітньої програми (ОП) за певним напрямком підготовки або спеціальності, вимогам відповідного Державного освітнього стандарту (ДОС) вищої медичної (фармацевтичної) освіти (ВМ(Ф)О).

Саме тому в системах освіти різних країн величезна увага приділяється розробці державних стандартів.

До 1997 року тимчасовим стандартом вищої освіти в Україні була освітньо-професійна програма (ОПП). З 2001 року такими стандар-

тами стали освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ) і освітньо-професійна програма [4].

Освітньо-кваліфікаційна характеристика є державним нормативним документом, в якому відображаються цілі освітньої і професійної підготовки, визначається місце фахівця в структурі господарства держави і вимоги до його компетентності, інших соціально важливих властивостей і якостей.

У освітньо-професійній програмі представлені узагальнені вимоги до змісту навчання. ОПП базується на ОКХ – на сформульованій в ній кінцевій меті (результатах) освіти з даної спеціальності на даному освітньо-кваліфікаційному рівні.

На основі професійно-освітніх вимог визначаються цілі і зміст підготовки фахівців, розробляються навчальні плани і програми, встановлюються критерії якості підготовки студентів на різних етапах навчання, організовується професійна орієнтація тих, хто вступає до ВНЗів, організовується навчально-виховний процес, проводиться атестація випускників.

Якщо в додипломній фазі медичної освіти стандарти отримали офіційний статус, то в післядипломній фазі цей процес, через складність самої структури даного етапу підготовки фахівців, продовжує перебувати в дослідницькому режимі.

У Національній медичній академії післядипломної освіти імені П.Л. Шупика ініційовано проект з розробки принципів створення стандартів в післядипломній освіті. Післядипломна освіта, що складається, як прийнято, з двох фаз – власне післядипломна освіта і безперервний професійний розвиток, – має великі відмінності по суті передачі та контролю знань. Саме тому пряме перенесення логіки конструювання стандартів, напрацьоване в додипломній фазі, неможливе. Зрозуміло, принципи складання освітньо-кваліфікаційних характеристик і освітньо-професійних програм зберігаються. Певною мірою зберігаються і принципи компетентнісного підходу при його розробці.

Проте нами виділена низка принципів відмінностей, на підставі яких розробляються нові підходи в створенні стандартів. Головні серед них:

1. У перелік виробничих функцій (ролей) (проектна, організаційна, виконавча) додається

оцінювальна функція зворотного зв'язку: перевірка, аналіз, вивчення, корекція, покращання.

2. Принципово важливим є використання *освітньої* компетенції суб'єктів навчання (саме в розумінні *самоосвіти* під час БПР).

3. Пропонується використовувати поняття соціально-професійних компетенцій.

4. Запроваджується структуризація за вузькими спеціальностями.

5. Пропонується застосовувати рольові структури компетенцій для вузьких предметних областей (проектна, організаційна, виконавча, оцінювальна).

6. Виділяється інформаційна компетентність.

7. У професійні компетенції запроваджується інформаційна складова.

8. Пропонується система накопичення кредитів за освітню діяльність, відмінна від західних аналогів.

Розглянемо кожну з пропозицій окремо. Як приклад, використовуватимемо розроблену нами структуру стандарту для післядипломного навчання лікарів із загальної практики/сімейної медицини.

#### 1. Оцінювальна виробнича функція.

Розглядаючи Державний стандарт післядипломної освіти, важливо зупинитися на питанні оцінки якості підготовки фахівця через призму виробничої діяльності. При цьому ключовим питанням побудови системи організації медичної допомоги населенню є забезпечення її якості. Очевидно, що сімейний лікар, перебуваючи на передньому фронті забезпечення медичної допомоги населенню, в першу чергу, опиняється перед цією проблемою. Тому ефективність його діяльності пов'язана з оптимізацією процесів управління.

Для успішного функціонування в будь-якій системі повинні бути вивчені внутрішні зв'язки і організовано ефективно управління ними. Всі ці елементи входять в поняття "процесного підходу". Перевага останнього полягає в безперервності управління, яке він забезпечує на стику окремих процесів в рамках їх системи, а також при їх комбінації і взаємодії. Іншими словами, суть процесного підходу полягає в розгляді всієї діяльності організованої системи у вигляді комбінації взаємозв'язаних процесів, що перетворюють вхідні дані у вихідні результати.

Процесний підхід можна представити як сукупність двох інформаційних циклічних процесів: зовнішнього, що відображає зв'язки зовнішнього світу (споживачів) і виробника послуги, і внутрішнього, такого, що ілюструє реакцію на отримані дані про якість наданої послуги, а також зв'язки, створені усередині системи, що надає послугу. Завдяки дії зовнішнього кола відбувається покращання якості послуги, дія внутрішнього кола дозволяє удосконалити систему управління якістю за рахунок інформації про результативність процесів управління якістю усередині системи і невеликих реконструкцій елементів внутрішньої її структури.

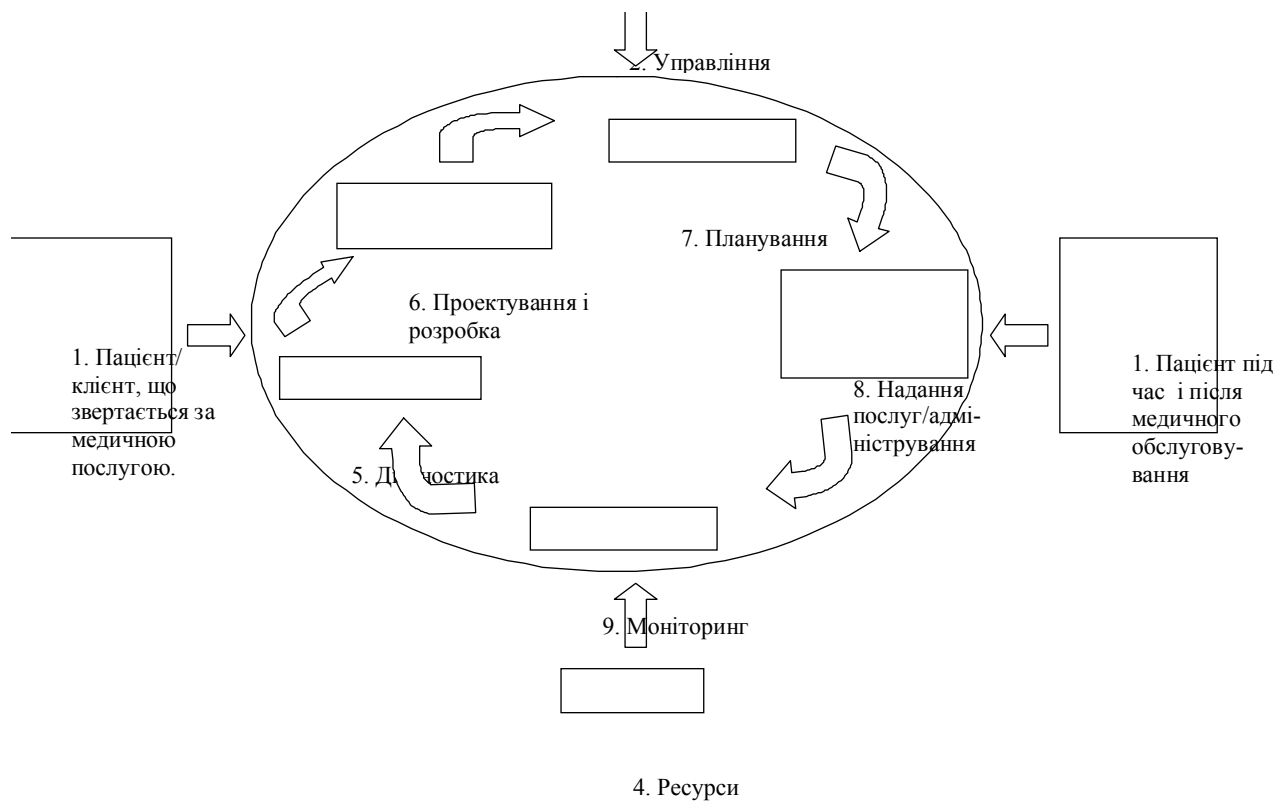
У основі процесного підходу лежить механізм "зворотного зв'язку", що забезпечує саморегуляцію системи. Його суть в отриманні інформації від регульованого об'єкта, який, у відповідь на управління ним, повідомляє про свій стан в даний момент.

Ключовою складовою зворотного зв'язку в процесах є *моніторинг*. Він повинен охоплювати різні організаційні рівні: мікрорівень – контроль стану організму людини і макрорівень – контроль стану населення загалом. Останній рівень можна розглядати як дві складові, які включають а) оцінку власне стану

здоров'я населення (профогляд населення, ведення реєстрів тощо) і б) оцінку соціальної думки (соціальний моніторинг здоров'я населення, вивчення думки населення про якість медичних послуг тощо). Окремо в моніторингових системах можна виділити оцінку стану навколишнього середовища і дії на здоров'ї людини (екологічний моніторинг).

Одним з невід'ємних елементів процесного підходу в організації надання послуг є визначення безпосереднього споживача цих послуг. У системах організації охорони здоров'я різних провідних країн світу традиційно всі процеси надання медичної допомоги спрямовані на те, щоб задовольнити пацієнта. Таким чином, основний процес медичного обслуговування пацієнта/клієнта, званого споживачем, складається з таких складових: проектування, планування, надання і моніторинг медичної послуги пацієнту/клієнту.

З появою поняття задоволеності пацієнта, цілком логічно, повинен бути ініційований процес визначення його вимог. Під вимогами розуміють очікування і скарги пацієнта / клієнта, що звернувся за медичною послугою, а також виявлені потреби за результатами оглядів, обстежень, лабораторної діагностики тощо.





Для сімейного лікаря оцінювальна функція є основним компонентом діяльності, оскільки, якщо лікарю не вдасться встановити методи і критерії оцінки результатів процесів, він не зможе оцінити характер їх зміни в часі і тенденції розвитку системи якості наданої медичної допомоги в цілому.

Даний елемент в діяльності сімейного лікаря настільки важливий, що ми вважаємо за необхідне, в рамках освітніх стандартів, виділити його в окрему виробничу функцію (роль) – оцінювальну.

У освітніх стандартах дипломної освіти, заснованої на компетентнісному підході, представлені три основні виробничі функції, які виконує лікар при наданні медичної допомоги: проектна, організаційна і виконавська.

Припускається, що в рамках оцінювальної діяльності сімейний лікар зобов'язаний вийти за межі локальної системи "лікар-хворий", використовувати системний підхід при наданні медичної допомоги і навчитися розглядати цю систему як відкриту.

В рамках того ж системного підходу сімейний лікар повинен уміти забезпечувати ефективну міждисциплінарну взаємодію: організувати адекватну колегіальну консультацію, ефективно консультуватися з іншими лікарями і постачальниками послуг охорони здоров'я тощо.

Виходячи з наведених вище положень, освітній стандарт повинен включати таку компетентність сімейного лікаря як "*організація моніторингу на різних рівнях*". Дана компетентність повинна складатися з такого набору умінь:

- організувати моніторинг параметрів функціонування органів і систем пацієнта;
- організувати моніторинг власне стану здоров'я (профогляд населення, принципи побудови реєстрів);
- збирати, аналізувати і враховувати в рішеннях соціальну думку (соціальний моніторинг здоров'я населення, застосування методу анкетування для вивчення думки населення про якість медичних послуг);
- організувати облік інформації про стан навколишнього середовища і враховувати дію екологічних факторів на здоров'я людини (екологічний моніторинг).

При цьому варто відзначити, що процесний підхід, що включає перевірку, аналіз, прогноз,

корекцію і покращання, тим ефективніший, чим успішніше лікар зможе забезпечити аналіз великої кількості інформації, накопиченої у часі.

Відповідно, виникає питання про інформаційну компетентність лікаря.

Вважаємо, що в рамках державного стандарту післядипломної освіти повинно бути передбачено розвиток у лікаря компетенції з організації побудови інформаційних систем забезпечення якості. У цій компетенції повинні бути сформовані такі уміння:

- вибирати критерії якості і ефективності профілактики захворювань;
- використовувати алгоритми оцінки якості надання медичної допомоги;
- вибирати необхідні критерії якості управління своєю діяльністю;
- будувати системи управління якістю на основі інформаційних критеріїв;
- використовувати алгоритми якості управління технологічними процесами (моніторинг, реабілітація тощо).

## 2. Освітня компетенція

Останнім часом стають очевидними складні проблеми з передачі зібраних знань. Традиційні технології очної освіти і передавання чергового набору навчальних знань раз в п'ять років дозволяють фахівцям засвоювати не більше 5% накопичених відомостей. Тому в останнє десятиліття у всіх системах забезпечення якості підготовки фахівців на перший план виходять завдання самоосвіти.

Серед п'яти ключових компетенцій, які повинні мати молоді європейці, Радою Європи в 1996 році виділена здатність вчитися впродовж життя. Така компетенція, за задумом авторів концепції, повинна бути основою безперервного навчання в контексті як особистого професійного, так і соціального життя.

Всесвітня федерація медичної освіти (ВФМО) розробила низку міжнародних стандартів покращання якості для дипломної і післядипломної фаз і періоду безперервного професійного розвитку [2]. У всіх документах особливо підкреслюють необхідність організації постійного самонавчання і моніторингу за цим процесом.

Пропонується виділити компетенцію самоосвіти як один з основних елементів стандартів післядипломної освіти. Зрозуміло, це стосується і сімейного лікаря. В рамках цієї компетенції лікар повинен уміти:

- розвивати і підтримувати персональну діяльність з власної безперервної освіти;
- аналізувати інформацію з наукових періодичних видань;
- визначати компетентність або користь, яку можуть принести навчальні процедури різних постачальників освітніх послуг;
- використовувати методики самооцінки знань і умінь;
- звертатися до найостанніших відомостей з клінічних знань, навичок і відносин і використовувати їх;
- виконувати функції керівника, інструктора і педагога по відношенню до колег, студентів-медиків, представників інших медичних професій та пацієнтів;
- визначати зміст навчання відповідно до власних потреб і потреб галузі, які лікар повинен уміти визначати і критично оцінювати;
- вибирати зміст на основі самостійних планів навчання, що відповідають різним клінічним ролям;
- розвивати здатність до систематичного планування, проводити і документально відображати навчання на базі практики у відповідь на виявлені навчальні потреби;
- набувати знання про відповідні наукові методи для покращання своїх навичок критичної оцінки;
- встановлювати відносини офіційної співпраці з іншими зацікавленими особами з метою розширення діапазону навчальних можливостей.

Таким чином, сімейний лікар повинен уміти ефективно організувати процедури здобуття знань, здійснюючи процеси проектування, організації, виконання і оцінки навчального процесу.

Підвищення ефективності навчального процесу на основі індивідуалізації і інтенсифікації можливе лише шляхом реалізації інформаційних технологій навчання. Розвиток нових інформаційних технологій (поява ємких носіїв інформації, зростання глобальних інформаційних мереж тощо) зумовив можливість необмеженого тиражування і практично миттєвої доставки інформації в будь-яку точку планети. При викладі деяких знань подібна форма подачі і передачі матеріалу може бути значно ефективнішою, ніж традиційна. Більш того, у зв'язку з розвитком глобальних інформа-

ційних мереж і можливістю отримувати практично будь-яку інформацію, лікарі не потребують прив'язки до крупних університетських центрів. У того, хто навчається, з'являється можливість вільного вибору викладача з будь-якого навчального закладу планети, а для самої організації, що надає фахівцю відповідне звання, набуває менш суттєвого значення питання де і у кого вчиться фахівець.

Зазначимо, що сімейний лікар, використовуючи спеціальне програмне забезпечення, може ефективно вивчати навчальний матеріал в структурованому і зручному для засвоєння вигляді.

Необхідно підкреслити, що якщо в системі базового медичного навчання дистанційні методики використовуються за вузькими напрямками з низки дисциплін, то в післядипломній медичній освіті методи дистанційного навчання упевнено виходять на лідируючі позиції. В результаті, у кожного лікаря-спеціаліста є своя система цінностей, своє уявлення про моделі навчання і свої очікування, що стосуються самого процесу навчання. Таким чином, лікарі навчаються усвідомлено, маючи на те підстави і відносно чітко уявляючи собі цілі, яких збираються досягти. Проте мотивація може бути недостатньою для проходження всього курсу навчання. Отже, необхідне підкріплення її конкретними заходами. Об'єктивний шлях рішення даної проблеми – безпосередній вплив викладача на того, хто навчається, при індивідуальних, але короткочасних контактах.

В рамках компетенції самоосвіти з використанням інформаційних технологій можна виділити таку низку умінь:

- вибирати постачальників дистанційних освітніх послуг;
- організовувати своє навчання за допомогою електронних технологій;
- організовувати автоматизований контроль своїх знань.

### **3. Поняття соціально-професійних компетенцій**

На сьогодні стало очевидним, що предметні знання і навички, які формують існуючі освітні системи, не охоплюють повний діапазон тих результатів освіти, яких чекає від них соціум.

В 1996 році на симпозіумі в Берні [5] за програмою Ради Європи було поставлене питання

про те, що для реформ освіти істотним є визначення ключових компетенцій (key competencies), яких повинні набути ті, хто навчаються, як для успішної роботи, так і для подальшої вищої освіти.

Питання про компетенції і кваліфікації – це питання про цілі освіти, які виступають активним ядром норм якості освіти, її стандартів. Кваліфікаційний підхід припускає, що професійна освітня програма погоджується, як правило, з об'єктами (предметами) праці, співвідноситься з їхніми характеристиками й не свідчить про те, які здатності, готовності, знання й відносини оптимально пов'язані з ефективною життєдіяльністю людини в багатьох контекстах. Кваліфікація означає перевагу рамкової діяльності в стійких професійних полях й алгоритмах. Компетенції відповідають вимогам “плаваючих” професійних границь, динаміці професій, їхній глобалізації, руйнуванню професійних відособлень.

З наведених визначень стають очевидними наступні особливості, що відрізняють компетентність від традиційних понять – знання, уміння, навички, досвід. Це, в першу чергу, її інтегративний характер, співвіднесеність із ціннісно-смісловими характеристиками особистості та практично-орієнтована спрямованість.

У медицині компетентність характеризує здатність лікаря-фахівця реалізовувати свій людський потенціал для здійснення своєї професійної діяльності. Отже, компетентність лікаря-фахівця по завершенні навчання у вищому навчальному закладі – це здатність реалізувати на практиці свій потенціал (знання, уміння, досвід, особистісні якості тощо) для успішної продуктивної діяльності в професійній і соціальній сферах, усвідомлювати її соціальну значимість й особисту відповідальність за результати цієї діяльності й необхідність її постійного вдосконалювання.

Компетентність не повинна протиставлятися професійній кваліфікації, але й не повинна ототожнюватися з нею.

Компетентність, так само як компетенція, містить у собі когнітивний (пізнавальний), мотиваційно-ціннісний й емоційно-вольовий компоненти й служить для позначення інтегрованих характеристик якості підготовки випускника, категорії результату освіти [6].

Виділяють групу загальних (універсальних, базових, ключових, надпрофесійних тощо) компетенцій. Вони визначають атрибути, які визначаються на рівні соціуму та/або системи освіти в цілому.

Описана також група наочно-спеціалізованих (професійних) компетенцій, які спираються на специфічні атрибути області навчання.

Проте будь-яка професія обов'язково визначає необхідність взаємодії з соціальним середовищем, тобто в професійній компетенції присутня соціальна складова, яка виявляється в діях, діяльності, поведінці, вчинках людини. У світлі сучасних тенденцій в розвитку гуманітарної спрямованості розвитку людського суспільства ця частина професійної компетенції посідає одне з провідних положень.

Вважаємо, що в результаті освіти у людини повинно бути сформовано деяку цілісну соціально-професійну рису, що дозволяє їй успішно виконувати виробничі завдання, засновані на взаємодії з іншими людьми. Ця риса може бути визначена як соціально-професійна компетентність людини [7].

Сьогодні в медичній післядипломній освіті головний акцент повинен бути зроблений на підготовці лікарів і провізорів, які “володіють різносторонніми навиками і мають широкий світогляд, здатні інтегрувати свою роботу з діяльністю як інших працівників охорони здоров'я, так і з іншими професійними областями” [8].

З цих міркувань ми запропонували ввести до складу освітнього стандарту післядипломної освіти набір соціально-професійних компетенцій, формування яких надто необхідне для сімейного лікаря:

- відповідність знань і умінь фахівця соціальним потребам суспільства;
- уміння враховувати в своїй діяльності потреби кожного конкретного пацієнта;
- усвідомлення рівня своєї соціальної відповідальності при здійсненні професійної діяльності.

У рамках цього проекту були позначені основні компетенції фахівців, що можна було співвіднести до семи основних напрямків (ролей), у рамках яких доводиться діяти лікарю. Таким чином, у рамках своєї професійної діяльності лікарю доводиться виконувати такі ролі:

1. Медичного експерта, що приймає клінічні рішення. У цьому напрямку діяльності фахі-

вєць повинен мати певний базис знань і процедурних навичок, які використовуються для збору й інтерпретації даних, прийняття адекватних клінічних рішень і проведення діагностичних і терапевтичних процедур у межах границь його спеціальності. Його діяльність характеризується сучасною етичною й економічною клінічною практикою й ефективними взаєминами в партнерстві з пацієнтами, іншими постачальниками медичних послуг і суспільством.

2. Суспільного діяча (комунікатора), який для забезпечення якісної медичної допомоги повинен здійснювати ефективні взаємодії з пацієнтами, іншими лікарями й фахівцями охорони здоров'я. Навички комунікації необхідні для успішного функціонування фахівця, для організації інформаційної взаємодії між полем медичних знань, пацієнтами і їхніми родинами. Крім того, подібні навички є необхідними для виявлення психоемоційних характеристик пацієнтів, щоб, в остаточному підсумку, визначити ключові фактори, що впливають на здоров'я пацієнтів.

3. Організатора спільної професійної діяльності зі своїми колегами, які залучені в лікувальний процес або іншу підтримку/забезпечення пацієнтів. Дана група компетенцій украй необхідна лікарєві для розвитку здібностей ефективного співробітництва з пацієнтами й мультидисциплінарною командою фахівців охорони здоров'я, що в остаточному підсумку сприяє успішній лікувальній, науковій і навчальній діяльності.

4. Менеджера, що, здійснюючи щодня практичні дії, використовує відповідні ресурси й політику, вирішує завдання, організує співробітників і власний час. Фахівець повинен бути здатний розставляти за пріоритетами й ефективно виконувати завдання через взаємодію з колегами й при обмежених ресурсах охорони здоров'я. Як менеджер, фахівець повинен лідирувати в межах контексту професійних організацій і системи охорони здоров'я в цілому.

5. Особистості, що підтримує охорону здоров'я. Фахівець повинен визнавати важливість своєї медичної діяльності відносно ознак, представлених тими соціальними, екологічними й біологічними факторами, які обумовлюють здоров'я пацієнтів і суспільства. Він повинен визнавати свою діяльність як істотний і фунда-

ментальний компонент забезпечення здоров'я як окремого пацієнта, так і всього суспільства.

6. Вченого, який бере участь у безперервному вдосконалюванні своєї майстерності в межах своєї професійної діяльності. Він повинен підтримувати потребу в безперервному знанні й допомагати у цьому іншим. Через свою академічну діяльність він повинен вносити вклад в оцінку, накопичення і розуміння знання в області охорони здоров'я, сприяти освіті студентів, пацієнтів й інших членів суспільства.

7. Професіонала, який грає унікальну соціальну роль як спеціаліст з високим рівнем знань і навичок в галузі охорони здоров'я. Фахівець повинен відповідати й підтримувати відповідні стандарти в охороні здоров'я й етичній поведінці, повинен безупинно вдосконалювати майстерність у своїй спеціальності.

У таблиці 1 представлені ролі лікаря-фахівця. Кожна роль описана відповідними ключовими компетенціями.

#### **4. Направлена структуризація за вузькими спеціальностями.**

Однією з відмінностей дипломної та післядипломної освіти є необхідність обґрунтування функцій і компетенцій другого рівня, тобто націлених на забезпечення діяльності сімейного лікаря в рамках вузьких спеціальностей.

Наприклад, сімейний лікар зобов'язаний володіти компетенціями з низки ключових медичних спеціальностей, оскільки на нього покладена функція оцінювання вираженості патологічного процесу в окремих органах і системах пацієнта і прийняття рішення з відправки пацієнта на вузькоспеціалізовану допомогу.

Відповідно, в загальний перелік додані компетенції з окремих спеціальностей: медицина катастроф, психологія, акушерство і гінекологія, захворювання дітей і підлітків тощо.

#### **5. Повинна бути введена рольова структура компетенцій для вузьких предметних областей (проектна, організаційна, виконавча, оцінювальна).**

Наприклад, вирішуючи проблемну ситуацію, яка входить в область акушерсько-гінекологічних знань, сімейний лікар зобов'язаний уміти:

1) у проектній виробничій функції здійснювати діагностику групи захворювань, що повинні бути розпізнані на рівні первинної медико-санітарної допомоги.

Таблиця 1. Основні компетенції лікаря-фахівця

Ролі	Ключові компетенції Фахівець повинен бути здатний:
Медичний експерт	<ul style="list-style-type: none"> <li>• демонструвати діагностичні й лікувальні навички до ефективного й етичного керування спектром проблем пацієнта в межах границь своєї спеціальності;</li> <li>• знаходити й застосовувати релевантну інформацію в клінічній практиці;</li> <li>• демонструвати ефективне консультування в напрямках охорони здоров'я пацієнта, освіти й правових аспектів</li> </ul>
Суспільний діяч (комунікатор)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• установлювати адекватні взаємини з пацієнтами/родинами;</li> <li>• одержувати й аналізувати пов'язану з лікуванням інформацію від пацієнтів/родин/соціальних груп;</li> <li>• уважно сприймати інформацію;</li> <li>• обговорювати відповідну інформацію з пацієнтами/родинами й медичними професіоналами</li> </ul>
Організатор спільної професійної діяльності	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ефективно консультуватися з іншими лікарями й професіоналами охорони здоров'я;</li> <li>• ефективно брати участь у міждисциплінарному співробітництві</li> </ul>
Менеджер	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ефективно використовувати ресурси, дотримуючись адекватного балансу між професійною турботою про пацієнта, особистим розвитком і зовнішньою активністю;</li> <li>• розумно розподіляти доступні ресурси охорони здоров'я;</li> <li>• ефективно й раціонально працювати в організації охорони здоров'я;</li> <li>• використовувати інформаційні технології для того, щоб оптимізувати обслуговування пацієнтів, свою безперервну освіту й іншу діяльність</li> </ul>
Особа, що підтримує охорону здоров'я	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ідентифікувати основні детермінанти, що шкодять здоров'ю пацієнтів;</li> <li>• вносити вклад у здоров'я пацієнтів і суспільства;</li> <li>• офіційно визнавати й реагувати на ті розбіжності, при яких необхідний захист</li> </ul>
Вчений	<ul style="list-style-type: none"> <li>• розвивати, здійснювати й контролювати стратегію особистої безперервної освіти;</li> <li>• критично оцінювати джерела медичної інформації;</li> <li>• сприяти освіті пацієнтів, студентів й інших осіб системи охорони здоров'я;</li> <li>• вносити вклад у розвиток нового знання</li> </ul>
Професіонал	<ul style="list-style-type: none"> <li>• здійснювати якісну турботу про пацієнта із цілісністю, чесністю й співчуттям;</li> <li>• демонструвати відповідну особистісну й міжособистісну професійну поведінку;</li> <li>• здійснювати медичну діяльність, що узгоджується з етичними стандартами професії</li> </ul>

2) у організаційній виробничій функції своєчасно направляти на консультацію до фахівця; виконувати заходи щодо диспансеризації, реабілітації і експертизи працездатності вагітних і хворих на гінекологічні захворювання.

3) у виконавській виробничій функції надавати екстрену медичну допомогу при невідкладних станах в акушерстві і гінекології; здійснювати ведення вагітності, яка нормально перебігає, проводити профілактику і індивідуалізоване лікування патології вагітності і гінекологічних захворювань, що часто зустрічаються.

4) у оцінювальній виробничій функції вести реєстри вагітних, збирати, аналізувати і враховувати при визначенні тактики ведення по-

логів соціальну думку населення; організувати урахування інформації про стан навколишнього середовища і враховувати дію екологічних факторів на можливі ускладнення вагітності і здоров'я новонародженого; вести моніторинг генетичного здоров'я сім'ї тощо.

Таким чином, подібна систематизація за виробничими функціями вже усередині вузьких спеціальностей дасть можливість забезпечити системність і цілісність представлення моделі фахівця в кваліфікаційній характеристиці і подальшу спадкоємність компетенцій і умінь в освітній програмі.

#### 6-7. Інформаційна компетентність.

Медицина є специфічною галуззю знань. Підвищена відповідальність при прийнятті

рішень, часто недостатній час для збору необхідних відомостей і обумовлена цим чинником недостатня і неточна інформація про патологічний процес, яким страждає пацієнт – все це змушує говорити про те, що лікар вимушений працювати в умовах вираженої невизначеності.

Відзначимо також, що обсяг (навіть далеко не повний) зібраної біля ліжка хворого інформації в сучасних умовах настільки великий, що робить практично неможливою ефективну обробку отриманих відомостей. Якщо ж врахувати той факт, що лікарю доводиться зіставляти діагностичні і лікувальні дані з накопиченою в медицині інформацією про передбачуване у пацієнта захворювання, то зрозуміла думка про існуючий в медицині “інформаційний кошмар”.

Саме інформаційні технології, як ефективний інструмент організації діяльності сімейного лікаря, повинні допомогти йому у приєднанні до єдиного інформаційного простору. В рамках цієї діяльності у лікаря повинні бути сформовані такі уміння:

- адаптувати власний термінологічний апарат до стандартів, прийнятих у всьому світі (точковий МЕШ);
- вести оперативний глосарій, створювати єдиний предметний і суб'єктно-орієнтований гіпертекст;
- структурувати інформаційний простір стосовно завдань дослідження (лікування) пацієнта.

Очевидно, що використання комп'ютерних технологій для надання безпосередньої допомоги в процесі прийняття лікарських рішень стане поширенішим. Але їх успіх значною мірою залежатиме від ступеня їх інтеграції з автоматизованими системами ведення історії хвороби, щоб лікарі могли скористатися перевагами систем забезпечення прийняття рішень.

Медичні інформаційні системи (МІС), що інтегровані в комп'ютерні мережі, вже зараз є незамінним джерелом інформації для медичних фахівців. Комп'ютер може забезпечити доступ до інформації про пацієнта і до бази медичних знань, наприклад, щодо рекомендованих доз ліків, загальних побічних дій ліків, чутливості лабораторних тестів, до діагностичних правил, стандартів досліджень тощо. Він може також забезпечити лікарям допомогу в прийнятті рішень.

Здобуття сімейними лікарями навичок з роботи з МІС дасть їм можливість:

1. Визволитися від рутинної паперової роботи шляхом використання можливостей обчислювальної техніки з обробки інформації для формалізованого введення даних медичного огляду, автоматизованого складання виписок, висновків тощо. Це важливо, якщо врахувати, що близько 50 % часу, який витрачає лікар на прийом одного пацієнта, йде на оформлення історії хвороби.

2. Одержувати повну і систематизовану інформацію про пацієнта, об'єднавши дані з історій хвороби конкретного пацієнта, що лікувався в різних лікувальних установах. Повнота такої інформації повинна перевершувати нині існуючу паперову історію хвороби за рахунок зберігання графічної і відеоінформації (дані інструментальних і лабораторних досліджень, моніторингу стану пацієнта тощо) і виключить можливість дублювання і проведення надлишкового і необґрунтованого числа досліджень.

3. Оперативно отримувати і обробляти необхідну довідкову інформацію, зіставляти і аналізувати необхідні дані, що знизить ймовірність діагностичних помилок.

4. Працювати в рамках єдиного медичного інформаційного простору, що забезпечує централізоване обслуговування, зберігання, коректування, аналіз інформації, що наявна у безлічі медичних установ, територіально віддалених одна від одної.

5. Економити час на отримання даних обстеження і лікування хворих з інших медичних установ.

Таким чином, в рамках державного стандарту післядипломної освіти повинно бути передбачено розвиток у сімейного лікаря компетенції щодо роботи з МІС. У цій компетенції повинні бути сформовані наступні уміння:

- вибирати МІС або автоматизовані робочі місця (АРМ) для вирішення завдань за відповідними критеріями і працювати в цих системах;
- використовувати (відбирати) інформацію з МІС для прийняття рішень;
- користуватися базами статистичної інформації за результатами лікування хворих;
- організовувати електронний документообіг;
- володіти правовими основами організації обробки персоналізованих даних;

- використовувати етичні принципи збору, зберігання і передачі персоніфікованої медичної інформації.

Спроби структуризації знань, формалізації способів їх представлення, обробки, а також надання з їх допомогою послуг користувачу в прийнятті рішень привели до створення експертних систем. Широке застосування експертних систем, передусім в охороні (і, перш за все, в хірургічній практиці) здоров'я поклали початок новій інтелектуалізованій комп'ютерній медицині.

Надто важливо відзначити, що основною відмінністю експертних систем (ЕС) від інших діалогових людино-машинних систем є наявність в їх структурі підсистеми пояснень.

Саме ця якість експертних систем визначає широкі можливості ЕС в медичній освіті. Той, хто навчається, набуває можливість отримати відповіді на питання "як", "чому" і ін. У складних системах можливий аналіз схвалюваних рішень. Крім підсистем пояснення, в останні роки в ЕС почали розвиватися спеціальні підсистеми довіри, що визначають характеристики валідності отримуваної і використовуваної користувачем інформації.

Теперішня актуальність експертних систем пов'язана з тим, що ефективне використання комп'ютерів стало можливим в областях знань і сферах людської діяльності, що математично слабо формалізуються або зовсім не формалізуються. Оскільки при використанні засобів обчислювальної техніки не піти від відомої тріади: модель – алгоритм – програма, то успіх експертних систем був обумовлений появою в представленні знань спеціальних формалізмів. До їх числа, в першу чергу, відносять семантичні мережі, фрейми, продукційні системи тощо.

Величезна цікавість до експертних систем обумовлена і тим, що експертні системи орієнтовані на розв'язання широкого кола завдань в раніше не формалізованих областях, які вважалися малодоступними для використання комп'ютерів.

Важливо підкреслити, що в ранжованому переліку завдань, що вирішуються за допомогою експертних систем, медицина займає якщо не перше, то одне з перших місць за кількістю ЕС, які використовуються.

Підкреслимо, що експертні системи призна-

чені для вирішення низки завдань в діалоговому режимі з фахівцями (кінцевими користувачами), від яких не вимагається знання програмування. Останнє різко розширює сферу використання обчислювальної техніки, яка в режимі експертних систем виступає як інструмент "розширення" пам'яті фахівця і посилення його здібності до логічного висновку.

Зазначимо, що фахівець, який використовує експертну систему при рішенні своїх задач, може досягати, а іноді і перевершувати за рахунок акумуляції знань, експертів в даній області знань. Це дозволяє суттєво підвищити кваліфікацію рядових фахівців.

Отже, в рамках державного стандарту післядипломної освіти повинен бути передбачений розвиток у сімейного лікаря компетенції з організації інформаційних систем, систем підтримки прийняття рішень. У цій компетенції повинні бути сформовані такі уміння:

- застосовувати медичні експертні системи;
- застосовувати математичні моделі в лікувальній діяльності;
- приймати *оптимальні* рішення при постановці діагнозу, виборі методу лікування, використовуючи принципи мінімізації ризику з урахуванням економічних чинників організації лікувально-діагностичного процесу;
- забезпечення мінімізації витрат при виборі найбільш ефективних систем профілактики захворювань, диспансеризації і реабілітації пацієнта.

Ще однією, вкрай важливою особливістю забезпечення успішності праці сімейних лікарів є використання телемедицини, під якою розуміють: проведення телеконсультацій або консультацій на відстані, наприклад коли пацієнт знаходиться в одному місті/селищі (а інколи навіть країні), а лікар-консультант – в іншому.

Вважаємо, що в рамках державного стандарту сімейний лікар повинен ефективно працювати, використовуючи технології телемедицини. У цій компетенції повинні бути сформовані такі вміння:

- проводити дистанційну консультацію пацієнтів;
- застосовувати отриману інформацію для прийняття рішень, працювати в рамках, визначених правовими аспектами;
- вибирати консультантів, організовувати міждисциплінарне консультування.

Діяльність системи охорони здоров'я залежить від багатьох факторів, що важко передбачити і виміряти. Невизначеність дії системи охорони здоров'я є її дуже важливим параметром, і тому без відповідного інформаційного забезпечення система управління медичною допомогою не може існувати. У свою чергу, різке підвищення складності і комплексності управлінських задач в охороні здоров'я привело до того, що одне з основних завдань, які стоять сьогодні перед лікарем – це оптимізація лікувального процесу з метою надання якісної медичної допомоги. В умовах жорсткого ліміту фінансування галузі з боку держави необхідні навички раціонального розподілу коштів між всіма витратами (медикаменти, заробітна плата, харчування хворих, комунальні послуги тощо). Метою збору інформації є отримання знань, необхідних для вироблення управлінських рішень, спрямованих на вдосконалення організації лікувального процесу. Джерелами інформації можуть бути документи: внутрішні – це найчастіше медична документація лікувально-профілактичної установи, та зовнішні – зміни в законодавчій системі, в соціальній і економічній сферах тощо. В рамках рішення цих задач у сімейного лікаря повинна бути сформована компетенція з організації і управління своєю медичною діяльністю. Дана компетенція може складатися з умінь:

- вибирати критерії в завданнях оптимізації управління;
- вибирати пороги для прийняття рішення;
- вибирати оптимальний план лікування;
- застосовувати закони оптимізації (вибирати, що мінімізувати);
- обчислювати ризики схвалюваних рішень.

#### **8. Система накопичення кредитів за навчальну діяльність**

В медицині нагальність створення системи безперервного професійного розвитку лікарів виходить із суті самої професії. Нові фундаментальні знання в медицині змінюють нові концепції і методи, нові етичні вимоги, які покладають на кожного лікаря і нові обов'язки. Якщо лікар не здатний систематично навчатися протягом професійної діяльності, він швидко втратить необхідний рівень компетентності і не зможе задовольнити потреби хворих та конкурувати на ринку медичних послуг.

Традиційно в системі вищої медичної освіти України застосовується зовнішня оцінка якості, орієнтована на стандарти і показники ефективності.

В європейських системах оцінювання якості в цілому на даний час переважає тенденція переходу зі сфери контролю і моніторингу на розвиток, удосконалення і саморегуляцію. Характеристики системи забезпечення якості співвідносяться з комплексом запропонованих можливостей, а саме: умови для навчання; програми освіти й інші ресурси; результати досліджень, направлені на підвищення рівня кваліфікації, знань і умінь тих, хто навчається; прищеплення їм певних життєвих позицій і цінностей. Все це визначається якістю процесів і ресурсів ВНЗ [9].

Саме поняття якості освіти багатовимірне і багатоаспектне. Через проблематичність самої суті завдання на сьогоднішній день ще не розроблений єдиний підхід щодо визначення якості освіти, його критеріїв, системи його оцінок тощо.

В Україні, як і за кордоном, іде активна робота щодо розробки і пошуку індикаторів освіти, які були б засновані на кількісних показниках. На основі подібних індикаторів і навчальний заклад, і наглядові органи, могли б одержувати загальну картину якості навчального процесу.

ПМО в Україні має відпрацьовані технології забезпечення і контролю якості освіти. Сюди відносять системи стандартів вищої медичної освіти: державні, галузеві на основі ОКХ і ОПП, інститутські. Підключаються системи моніторингу на базі національних ліцензійних інтегрованих іспитів, рейтингу вищих навчальних закладів тощо [10]. Проте у нашій державі в системі БПР не існує відпрацьованої технології контролю якості.

Світовий досвід з метою оцінки якості БПР пропонує технологію кредитів. У 1998 році Американська Медична Асоціація підписала разом з Європейською спілкою Медичних Фахівців зобов'язання щодо розвитку взаємно визнаної системи міжнародних дій і кредитів. Ця система в Європі використовується для оцінки обсягу і якості професійної компетентності. В різних країнах лікар повинен набрати від 20 до 100 кредитів за рік (або від 100 до 500 кредитів за 5 років). При відсутності необхідного



числа кредитів протягом 5 років можливе позбавлення сертифіката (ліцензії) на право лікувальної роботи.

З метою гармонізації числа кредитів, що накопичуються в результаті діяльності, в Європейських Кредитах БПР (European Continuous Medical Education Credit – ЕСМЕС's) використовується принцип – “1 година відповідає 1 кредиту”. При цьому за половину робочого дня присвоюється максимум 3 ЕСМЕС's, а за повний робочий день – 6 ЕСМЕС's. Ця система організована таким чином, що ЕСМЕС's можуть бути переведені Національними Акредитаційними Адміністраціями в Європі у Національні Кредити [11].

Кредит-години присвоюються лікарям за участь в конференціях, семінарах, навчанні на різних курсах, роботу в бібліотеці тощо. Проте не всі організації мають право надавати кредити. Для цього існують спеціальні процедури ліцензування. Наприклад, в США більше 1000 різних організацій мають право нараховувати кредити.

Недолік подібного підходу полягає в тому, що кредит-години не враховують власне само-

стійну роботу лікарів, яка призводить до зростання їх професіоналізму, а, по суті, знову повертаються до контактних годин викладач-учень.

У системі післядипломної медичної освіти України пропонується дещо інший принцип контролю й обліку кредитів. Він враховує переважно результат освітньої діяльності. В рамках стандарту післядипломної медичної освіти пропонуються шкали значень різних видів і форм безперервного професійного розвитку лікарів (провізорів) в період між передатестаційними циклами. Виділяються критерії в науковій, навчальній і лікувальній галузях (табл. 2). Визначається вага кожного критерію за 100-бальною шкалою. Принцип розрахунку критеріїв побудований на кумулятивному ефекті. Визначення якості досягнень фахівця в міжатестаційний період визначається за сумою набраних балів і відповідає лікарським категоріям: вища – 100 балів, перша – 85, друга – 70, лікар, провізор-фахівець – 50 балів.

Тобто, йдеться не про кредити в розумінні західної освітньої школи, а про кредитні бали за освітні досягнення.

**Таблиця 2. Шкала значень різних видів і форм БПР лікарів (провізорів) в період між передатестаційними циклами**

№	Вид або форма навчання	Кількість (кредитів)
1	Захист дисертації на здобуття вченого ступеня: – д-р мед. наук – канд. мед. наук	75 50
2	Клінічна ординатура	40
3	Магістратура за спеціальністю	30
4	Передатестаційні цикли у закладах (факультетах) післядипломної освіти	40
5	Підвищення кваліфікації на циклах тематичного вдосконалення в закладах (факультетах) післядипломної освіти тривалістю: - 2 тижні - 4 тижні - 6 тижнів	15 30 45
6	Підвищення кваліфікації за дистанційною формою навчання у закладах (факультетах) післядипломної освіти	10
7	Педагогічна робота у вищих медичних (фармацевтичних) навчальних закладах і закладах (факультетах) післядипломної освіти I-II рівнів акредитації: - за основним місцем роботи - за сумісництвом III-IV рівнів акредитації: - за основним місцем роботи - за сумісництвом	30 15 50 20
8	Керівництво групою інтернів на базі стажування	10

Продовження табл. 2

№	Вид або форма навчання	Кількість (кредитів)
9	Лекція (крім викладачів):	2
	- 10 для медсестер, пацієнтів, громадян, виступ та публікація у засобах масової інформації - 10 для лікарів	5
10	Курси інформації та стажування в закладах (факультетах) післядипломної освіти, охорони здоров'я, науково-дослідних інститутах, у т.ч. за кордоном, тривалістю:	
	- 1 місяць	20
	- 2 місяці	30
	- 3 місяці	40
11	Підготовка на короткотривалих курсах інформації та стажування, переривчастих курсах, семінарах на місцевих базах, регіональних центрах (що підтверджено обласним відділом охорони здоров'я) тривалістю:	
	- не менше 36 годин на рік - не менше 72 годин на рік	2 3
12	Участь в науково-практичній конференції, симпозиумі, з'їзді, конгресі, засіданні професійної асоц. за спеціальністю:	
	3 міжнародних (в країнах Європи, Азії та Америки):	
	- з доповіддю	9
	- без доповіді	3
	5 міжнародних в країнах СНД:	
	- з доповіддю	10
	- без доповіді	2
5 національних:		
- з доповіддю	5	
- без доповіді	2	
10 регіональних:		
- з доповіддю	5	
- без доповіді	2	
13	Видання фахового:	30
	- підручника	20
	- навчального посібника	10
	- монографії	
14	Публікація статті у фахових виданнях:	10
	- одноосібно	5
	- у співавторстві	
15	Патент на фаховий винахід:	20
	- одноосібно	10
	- у співавторстві	
16	Видання:	
	- галузевих методичних рекомендацій	6
	- інформаційного листа, раціоналізаторської пропозиції, підготовка експертного висновку обласного рівня, участь у розробці нормативних документів	3
17	Впровадження у практичну діяльність інноваційних розробок та технологій, нових методів діагностики, лікування, фарманалізу	10
18	Публікації тез науково-практичної конференції, симпозиуму, з'їзду, конгресу:	
	- міжнародних	5
	- національних	3
	- регіональних	2
19	Передплата на фаховий журнал (на один рік)	0,5

Для забезпечення рівномірного виконання навчального навантаження розробниками вводяться верхні межі для балів, що набираються за кожним критерієм. Це було зроблено для того, щоб уникнути невикористання високого

набору балів за будь-які однопрофільні види освітньої діяльності.

Отже, згідно з наведеними критеріями, можливо на державному рівні відстежувати якість підготовки лікарів впродовж усієї їх професій-

ної діяльності та прогнозувати розподіл ресурсів охорони здоров'я для забезпечення якісного рівня роботи системи медичної освіти. Подібна система також дозволить стимулювати лікарів до постійного вдосконалення, що, безумовно, буде вагомим кроком до підвищення якості системи медичної допомоги.

Резюмуючи викладене, слід підкреслити, що у статті окреслені лише основні, фундамен-

тальні принципи з розробки стандартів в післядипломній освіті. Зрозуміло, що даний процес є достатньо розтягнутим в часі та пов'язаний з динамікою змін в самій медичній галузі. Проте, роботи в даному напрямку мають проводитися безперервно з узагальненнями, що дозволять оптимізувати подальші пошуки структури системи медичної освіти.

### Бібліографія

1. È íáúáñòáàì çíáíèè. Áíèèää ÞÍÁÑÈÍ // ÞÍÁÑÈÍ. – Íáðèæ, 2005. – 78 ñ.
2. Óèðàçíá íá øèúðó áí ñóñí³èúñòáá çíáíú: ìñá³ðà, íàóèà, éóèúðóðà / Çà ðáá. À.Á. Íàçðèà. – È.: ÍÁÍ «Íðáéááñ³ Þèðáéí», 2005. – 69 ñ.
3. Ñàèçáíááá Í.Á. Èà-áñòáí áúñòááí íáðàçíááíèú èàè íáúáèò ñèñòáííáí èññèááíááíèú: Èáèøèú-áíèèää. – Í.: Èññèááíááòáèúñèèè òáíòð òðíáèáí èà-áñòáá òááíòíáèè ñíàøèàèèñòíá, 2001. – 79 ñ.
4. Èàçàèíá Á.Í., Ñàèçáíááá Í.Á., Òàèàèááíèí Á.Í. è áð. Óòðááèáíèá èà-áñòáíí òááíòíáèè ñíàøèàèèñòíá: òðíáðáííí-òáèááíè òááíòíá (íá òðèíáðá áúñòááí è òñèááóçíáñèíáí íáèèøèíèíáí íáðàçíááíèú) / Ííí-áðáðèú, ÁÁÍÓ, 2003. – 215 ñ.
5. Hutmacher Walo. Key competencies for Europe// Report of the Symposium Berne, Switzerland 27-30 March, 1996. Council for Cultural Co-operation (CDCC) // Secondary Education for Europe Strasburg, 1997.
6. Çèííúú È. Á. Èèð-ááúá èííòááíèèè – ííáú

òáðáèèáíá ðàçóèúðáðá íáðàçíááíèú // Áúñòáá íáðà-çíááíèá ñááíáíú. – ¹ 5. – 2003.

7. Çèííúú È.Á. Íáúáú éóèúðóðà è ñíøèàèúíí-òðíðáñ-ñèíáèúíáú èííòááíòííñòú -áèíááèà // Èíðáðíáð-æóðíáè “Ýéáíñ”. – 2006. – 4 íáú.

8. Çááá-è òí áíñòèæáíèð çáíðíáúú æú áñáð. Ááðí-íáèñèáú òèèðèèá çáðááíòðáíáíèú. – Èííáíáááí, 1991.

9. Èááøèíá Á., Áóèá Ý. Óòðèðíááíèá ñèñòáíú íáíááèíáíòá èà-áñòáá áóçà: Íííáðáðèú. – Èðáñí-úðñè: ÑèáÁÓÓ, 2004. – 328 ñ.

10. Ñèñòáíá óòðááè³íúú ýè³ñòð íááè-ííç ìñá³ðè á Óèðàçíá: Íííáðáðè³ú / ².ª. Áóèáð, Í.Í. Áíèííááòú, Þ.Á. Áíðííáíèí òá ³í.- Á.: ÁÐÒ-ÍÐÁÑ, 2003. – 212 ñ.

11. European Union Of Medical Specialists Budapest Declaration. “Guide and Glossary for European Accreditation”. Áíèííúèèè òðíðáñ ó òáèðáð ³ áíèóíáíòáð (Ñíðáííá – Áíèííúú – Ñàèáíáíèá – Íðááá – Ááðè³í) / Íí ³ ÍÓ; Óòð.: Í.Ó. Ñòáèèí, В.В. Áíèðááø, Á.Á. Øèíáððóè òá ³í. – Óáðíí³èú, 2003. – 60 ñ.

УДК 615:614.252.2:378.2:658.2

## ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ДЕРЖАВНИХ СТАНДАРТІВ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ОСВІТИ

Л.Ю. Бабінцева

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

**Резюме.** Розглянуто проблеми створення нової системи післядипломної підготовки та безперервного професійного розвитку спеціалістів фармацевтичної галузі, впровадження новітніх форм навчання, в тому числі дистанційного, обґрунтовано нові підходи для створення стандартів у післядипломній фармацевтичній освіті та висвітлено її особливостей. Показано, що навчальний процес як цілісна багатofакторна система може успішно здійснюватися тільки при надійній і постійній діагностиці рівня знань суб'єктів навчання з інтегрованим у цей процес зворотним зв'язком.

**Ключові слова:** інформатизація освіти, якість підготовки кадрів, стандарти післядипломної фармацевтичної освіти, безконтактні форми навчання, навчальні бази.

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Л.Ю. Бабинцева

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

**Резюме.** Рассмотрены проблемы создания новой системы последипломной подготовки и непрерывного профессионального развития специалистов фармацевтической отрасли, внедрения новейших форм обучения, в т.ч. дистанционного, обоснованы новые подходы к созданию стандартов в последипломном фармацевтическом образовании и выявлены его особенности. Показано, что учебный процесс как целостная многофакторная система может успешно осуществляться только при надежной и постоянной диагностике уровня знаний субъектов обучения с интегрированной в этот процесс обратной связью.

**Ключевые слова:** информатизация образования, качество подготовки кадров, стандарты последипломного фармацевтического образования, безконтактные формы обучения, учебные базы.

## FEATURES OF CREATING OF STATE STANDARDS OF POSTGRADUATE PHARMACEUTICAL EDUCATION

L.Yu. Babintseva

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

**Summary.** Problems of creating a new system of postgraduate education and continuous professional development of experts of pharmaceutical branch are considered. Introduction of the newest forms of training, including remote training. New approaches to creating standards in postgraduate pharmaceutical education are substantiated and its features are revealed. It is shown that educational process as an integral multifactorial system can be carried out successfully only in case of reliable and constant diagnosis of the level of knowledge of subjects in training and with the feedback integrated into this process.

**Key words:** information of education, quality of professional training, standards of postgraduate pharmaceutical education, external forms of training, educational bases.

ВСТУП. Вирішення стратегічних проблем охорони здоров'я населення країни можливе за умов забезпечення лікувальних та фармацевтичних закладів висококваліфікованими фахівцями, підготовка та підвищення квалі-

фікації яких залежить від організації діяльності вищої медичної та фармацевтичної школи.

У 2007 р. оприлюднена "Концепція розвитку фармацевтичного сектора галузі охорони здоров'я України", основним завданням якої є

© Ё.р. Ááá'ioááá

організація стабільної діяльності фармацевтичної галузі, а одним із пріоритетних напрямів реалізації — створення єдиного фармацевтичного інформаційного поля, здійснення комплексу заходів з обґрунтування та забезпечення фармацевтичних інформаційних ресурсів.

Фармацевтична галузь останнім часом зазнала великих змін і ставить перед своїми фахівцями нові і дуже високі вимоги. Вже став реалією сьогодні перехід підприємств фармацевтичної галузі на нові стандарти функціонування. Для виходу на міжнародний ринок запроваджуються системи GMP, GCP, GPP, які дозволяють ефективно управляти якістю.

Сьогодні вища школа, попри економічні негаразди в державі, стоїть на новому рівні інтеграції до міжнародних стандартів та входження до європейського освітнього простору.

В зв'язку з перерозподілом джерел фінансування підготовки та перепідготовки фахівців виникла проблема забезпечення належної якості навчання. Особливе значення для становлення та розвитку особистості провізора має організація та навчально-методичне забезпечення навчального процесу, його зміст та обсяг фахової підготовки й, безумовно, контроль.

Міжнародною асоціацією фармацевтів проводиться робота щодо створення стандарту Належної практики фармацевтичної освіти (Good Pharmaceutical Education Practice – GPEP), де велика увага приділяється забезпеченню безперервності вищої фармацевтичної освіти.

Фахівець, який працює у закладах охорони здоров'я, повинен бути постійно готовий до змін, що відбуваються; бути добре обізнаним у правових питаннях, самовдосконалюватися. Реалізація зазначених завдань здійснюється в процесі постійної перепідготовки та вдосконалення за різними формами та методами.

**Основна частина.** Для досягнення кінцевої мети Болонського процесу цілком необхідне узгодження європейських і національних цінностей та досвіду. При цьому потрібно розуміти роль й місце України при створенні в Європі єдиного освітнього простору.

Насамперед, слід відзначити створення єдиної системи контролю знань суб'єктів навчання. Визначення змістових модулів навчання з кожної дисципліни, узгодження кредитних систем оцінювання при навчанні є підставою для вільного переміщення студентів, виклада-

чів, менеджерів освіти і дослідників по території Європи. Створюються умови, при яких більшість людей, скориставшись всіма цінностями й досягненнями національних систем освіти і науки, зможуть бути мобільними на європейському ринку праці.

У третьому тисячолітті світ упевнено вступив у період інформаційного суспільства. Особливістю цього періоду розвитку людства є лавиноподібне збільшення знань, що накопичуються. Загальноприйнятою світовою стратегією медичної (фармацевтичної) освіти стали безперервність та інформатизація.

Інформатизації освіти присвячені сьогодні численні дослідження. Справедливо вважається, що основним компонентом концепції формування освітньої мережі є забезпечення вільного доступу до інформаційних ресурсів. Основною ж тенденцією розвитку сучасного навчання варто визнати створення відкритих і віртуальних університетів, включення в освітні мережі віддалених і малих населених пунктів тощо. Розвиток нових інформаційних технологій зумовив широке впровадження такої форми передачі знань, як дистанційне навчання (ДН). Викладач, використовуючи спеціальне програмне забезпечення, має можливість ефективного надання свого навчального матеріалу в структурованому і зручному для засвоєння вигляді.

Сьогодні виділяють три найважливіші складові стратегічного реформування освіти – впровадження освітніх стандартів, структурування медичних знань і безперервний моніторинг знань суб'єктів навчання. Враховуючи, що нині суспільство потребує професійно орієнтованих знань, створюються й їх еталони (*стандарти*).

Зрозуміло, що стандарти повинні сприяти не тільки перевірці та контролю результатів навчання, але і пошуку оптимальних шляхів їхнього досягнення. Тому створюються всі умови для інформаційного забезпечення провізорів. Причому разом із загальноприйнятими джерелами інформації (первинні та вторинні) необхідно використовувати й сучасні, що базуються на комп'ютерній та телекомунікаційній техніці.

Нагадаємо, що нині існує декілька тисяч автоматизованих баз даних медичного та фармацевтичного спрямування (Medline, Excerpta Medica тощо).

Фармація – одна з найдавніших наук людства й одночасно – одна з найбільш динамічних галузей науки та виробництва. Це є об'єктивною передумовою для постійної модернізації фармацевтичної освіти з метою її максимального наближення до вимог сьогодення.

В сучасних умовах потребує створення системи прогресивних уявлень, принципів і методології підвищення кваліфікації провізорів, фармацевтів та спеціалістів фармацевтичної промисловості, впорядкування провізорських посад відповідно до нових вимог та введення змін до державного класифікатора професій.

Зміст вищої та середньої фармацевтичної освіти на етапах додипломної та післядипломної підготовки в інтернатурі (магістратурі) на основі освітньо-професійних характеристик (ОКХ) та освітньо-професійних програм (ОПП) повинні закласти підвалини сучасної моделі спеціаліста, який підготовлений до роботи в гармонізованих з Європейськими вимогами умовах регулювання фармацевтичного сектора згідно з попитом на ринку праці та потреб держави.

Підкреслимо, що існуюча система освіти не має якісного оцінювання знань, тому саме для впорядкування процесу навчання й створюються стандарти освіти.

В статті "Особливості створення державних стандартів післядипломної медичної освіти на основі інформаційних технологій" виділена низка принципових відмінностей, на підставі яких розробляються нові підходи в створенні стандартів. У даній роботі зупинимося на особливостях фармацевтичної післядипломної освіти. Основними, на наш погляд, є такі.

I. Для фармацевтичної післядипломної освіти існує більше можливостей використовувати безконтактні форми навчання, ніж для медичної освіти.

Особливої актуальності набуває питання оптимізації форм навчання провізорів та інших спеціалістів фармацевтичної галузі на основі використання інтерактивних методів навчання, кредитно-модульної системи та новітніх педагогічних технологій, індивідуалізованого підходу, впровадження системи дистанційного навчання. Саме впровадження дистанційного навчання в системі підвищення кваліфікації спеціалістів, які працюють на фармацевтичних виробництвах, є вельми

доцільним та виправданим. Подібні форми дозволяють забезпечити ефективне навчання без відриву від виробництва. Цікавими напрямками навчання є інтернет-технології, побудова комп'ютерних інформаційно-пошукових систем та баз даних, практичні методики визначення потреби в інформації про лікарські засоби, котрі розглядаються як елементи самоосвіти.

II. У фармацевтичній освіті є можливість ширше застосовувати формалізовані завдання, наприклад, тести та рейтингові системи контролю знань.

Також як адекватну структуру надання знань використовують принципи комп'ютерної імітації клінічних випадків, насамперед, шляхом поєднання традиційного підходу до навчання з можливостями сучасних засобів інформатики.

Підкреслимо, що сама ідея використання комп'ютерної імітації як основного середовища для перевірки рівня знань і відпрацьовування практичних навичок не є новою. Зміст ігрової імітації, як відомо, і полягає в тому, щоб виховати у фахівця практичне вміння безпомилкової диференціальної діагностики клінічно подібних захворювань й оптимального лікування хворого в найкоротші терміни.

Враховуючи, наприклад, що виписування рецептів є основною практичною навичкою для фармакологів, для контролю входного контролю рівня знань за кожною темою розробляються рецептурні завдання різного рівня ускладнення. При цьому основним змістом рецептурних завдань є включення елементів фармакотерапії, чим досягається зв'язок з клінікою.

III. Для фармацевтичної післядипломної освіти існує реальна можливість забезпечити більш чітку кластеризацію об'єктів навчання, тобто предметної галузі.

Істотне збільшення частки готових лікарських форм, розширення номенклатури безрецептурних препаратів, розвиток концепції самолікування призводять до того, що великого значення в професійній діяльності провізора набуває консультативно-інформаційна робота, "фармацевтична опіка" пацієнтів. Під опікою в широкому розумінні цього слова вважається висококваліфікована консультація хворих за умовами раціонального застосування лікарських засобів (ЛЗ): часу прийому, поєднання з їжею, один з одним, умовам правильного

зберігання, вибору лікарської форми, правилам використання нових лікарських форм (спінхайлери, небулайзери) тощо. Необхідною умовою здійснення фармацевтичної опіки є підвищення рівня професійної підготовки провізора в галузі медичних знань.

Відповідальне самолікування – лікування, при якому відповідальність за його результати бере на себе хворий. При цьому провізор зобов'язаний інформувати хворого про всі переваги й недоліки застосовуваних лікарських засобів.

Сьогодні клінічний провізор у лікувально-профілактичних установах консультує лікаря з питань фармакотерапії; в аптеках – забезпечує фармацевтичну опіку пацієнта; в науково-дослідних інститутах і на фармацевтичних підприємствах – бере участь у створенні та клінічній апробації нових лікарських засобів.

Фармацевтична опіка – комплексна програма взаємодії провізора та пацієнта протягом усього періоду лікарської терапії – з моменту відпуску лікарського засобу до повного припинення його дії. Тобто відповідальність провізора перед конкретним пацієнтом за результат лікування й залучення провізора разом з лікарем в активну діяльність щодо забезпечення здоров'я та запобігання захворюваності населення.

З метою допомогти фармацевтам визначити прогалини в знаннях і навичках та, як наслідок, ідентифікувати потреби в розвитку та навчанні; інформувати організаторів безперервної освіти про додаткові напрямки в розвитку, а також позначити поле діяльності для роботодавців і систем оцінювальних процедур у Великобританії (2002) розпочався проєкт щодо визначення структури компетентностей фармацевтів [6]. У результаті реалізації проєкту було визначено декілька груп і підгруп. Досить велика частина проєкту присвячена технологіям досягнення сформульованих вимог і критеріям оцінки отриманих успіхів.

З урахуванням європейського досвіду загальний перелік компетентностей провізора може виглядати таким чином:

#### 1. Консультація.

1.1. Клінічне та фармацевтичне знання (фахівець повинен мати сучасні клінічні та фармацевтичні знання, пов'язані з власною практичною областю).

1.2. Встановлення варіантів (фахівець повинен аналізувати встановлені діагнози та призначені варіанти лікування для пацієнтів і брати активну участь у цих процесах).

1.3. Спілкування з пацієнтами (фахівець повинен здійснювати взаємини з пацієнтами на основі довіри та взаємоповаги. Сприймати пацієнтів як партнерів при консультаціях. Гарантувати принципи погодженості).

#### 2. Контроль призначення лікарських засобів.

2.1. Безпека (фахівець повинен знати про межі власних знань, не ставити під загрозу безпеку пацієнта, пояснювати ухвалені рішення).

2.2. Професіоналізм (фахівець повинен працювати в межах професійних та організаційних стандартів, самовдосконалюватись).

2.3. Удосконалення (фахівець повинен брати активну участь в удосконаленні процесів випуску ЛЗ для того, щоб поліпшити контроль за пацієнтом).

3. Робота з інформацією (фахівець повинен знати, як отримувати пов'язану з лікуванням інформацію, вміти критично оцінювати її та застосовувати на практиці).

#### 4. Соціальний компонент.

4.1. Національна система охорони здоров'я (фахівець повинен розуміти та працювати з місцевими та національними фармацевтичними службами).

4.2. Командна робота (фахівець повинен вміти будувати взаємини з колегами для користі пацієнтів).

В останнє десятиліття кар'єрні можливості для випускників фармацевтичних факультетів істотно розширилися. Опираючись на свій освітній рівень, випускники-провізори (фармацевти) можуть обрати різні напрямки подальшого застосування отриманих знань, навичок та вмінь. Крім досвіду у фармацевтичних науках, вони мають фундаментальні знання з природничих наук, а також розуміння основних медичних питань. Державний диплом відкриває можливості для роботи в усіх галузях, що підпадають під правове регулювання державою в сфері обігу ЛЗ: аптеці, лікарні, регіональних і федеральних органах виконавчої влади, оптових структурах, страхових компаніях, ВНЗ, наукових центрах та інститутах, виробництві ЛЗ.

Спеціалізація в конкретній галузі фармацевції здійснюється на післядипломних рівнях освіти.





## ІНФОРМАЦІЯ ДЛЯ АВТОРІВ ЖУРНАЛУ «МЕДИЧНА ІНФОРМАТИКА ТА ІНЖЕНЕРІЯ»

Програмними цілями науково-практичного журналу «Медична інформатика та інженерія» є інформування працівників галузі охорони здоров'я України, науковців, викладачів медичних вищих навчальних закладів, співробітників науково-дослідних інститутів медичного і біологічного профілю та громадськості про результати фундаментальних і прикладних досліджень з медичної інформатики та інженерії, про сучасні тенденції й процеси інформатизації, що відбуваються в медичній галузі.

Журнал «Медична інформатика та інженерія» приймає до публікації статті, короткі повідомлення, листи до Редакції, що містять оригінальні матеріали досліджень із наступних тем:

1. Інформатизація системи охорони здоров'я.
2. Медичні інформаційні, експертні та інтелектуальні системи.
3. Інформаційні технології системних досліджень в медицині та біології.
4. Проблеми управління в медичних та біологічних системах.
5. Госпітальні інформаційні системи.
6. Оптимізація управління процесами профілактики, діагностики, лікування та реабілітації хворих.
7. Телемедичні технології.
8. Математичне моделювання в медицині, фармакології та біології.
9. Доказова медицина.
10. Медична інженерія та електроніка.
11. Інформаційні технології отримання, збереження, передачі та аналізу медичної та біологічної інформації.
12. Отримання та аналіз медичних та біологічних зображень і сигналів.
13. Комп'ютерна діагностика захворювань і комп'ютерне прогнозування перебігу та наслідків патологічного процесу.
14. Розробка та використання біометричних методів.
15. Структуризація знань, бази знань, організація пошуку та обробки знань, розповсюдження знань.
16. Сучасні інформаційні технології в медичній та біологічній освіті. Засоби самоосвіти.
17. Теорія та практика дистанційної освіти.
18. Проблеми побудови «суспільства знань».
19. Інформатика, суспільство та національна безпека.
20. Тенденції розвитку медичної та біологічної інформатики та інженерії.

За рішенням редакційної колегії до друку також можуть прийматися огляди з актуальних питань медичної інформатики та інженерії, описи перспективних наукових досліджень, рецензії, довідкові та інформаційні матеріали, навчально-методичні матеріали, оголошення щодо наукових заходів і повідомлення рекламного змісту.

Рішення щодо публікації приймається редакційною колегією на підставі результатів рецензування статей. Редакція не бере на себе зобов'язань щодо роз'яснення причин відмови від публікації статті. Надіслані до редакції матеріали авторам не повертаються. Рукописи мають представляти матеріали, що не були опубліковані раніше та не були подані до інших видань.

### Вимоги щодо підготовки рукопису

Рукописи повинні надсилатися в двох примірниках українською, російською чи англійською мовою і супроводжуватися файлами тексту (\*.rtf або \*.doc) та малюнків (\*.jpg або \*.tif) на дискеті чи диску. Електронна та паперова версії статті мають бути ідентичними. Електронна копія може бути надіслана також електронною поштою.

Обсяг оригінальної статті, включаючи таблиці, рисунки, список літератури, резюме, не повинен перевищувати 8 сторінок, обсяг проблемної статті, огляду літератури, лекції – 12 сторінок, короткого повідомлення, рецензії тощо – до 5 сторінок.

До рукопису необхідно додати: (а) супровідний лист від керівника закладу (підрозділу), в якому виконувалася робота з рекомендацією до друку та (б) експертний висновок, завірений печаткою, щодо можливості відкритої публікації матеріалів дослідження. За відсутності експертного висновку всю відповідальність за подану інформацію несуть автори. Вартість видавничих послуг відшкодовують автори. Всі автори мають поставити підписи на першій сторінці статті.

Статті, що містять оригінальні матеріали досліджень, мають бути структуровані відповідно до вимог п. 3 Постанови Президії ВАК України № 7-05/1 від 15.01.2003 р., оформлені з врахуванням рекомендацій ВАК України щодо публікації матеріалів дисертацій та з дотриманням основних вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Усі одиниці фізичних величин слід наводити відповідно до Міжнародної системи одиниць (СІ) згідно з вимогами групи стандартів ДСТУ 3651-97 «Одиниці фізичних величин»; у разі обґрунтованого використання несистемних одиниць вимірювання слід представити приклад їх переведення в систему СІ. Медична термінологія має відповідати Міжнародній класифікації хвороб (МКХ-10). Назви фірм, приладів, реактивів і препаратів необхідно наводити в оригінальній транскрипції.

### Титульний аркуш:

УДК – у верхньому лівому куті.

Назва статті (по центру, півжирним шрифтом, кегль – 16). У назві статті не допускається використання скорочень.

Прізвище та ініціали автора(-ів) (по центру).

Повна назва установи.

**Анотація:** до 200 слів.

**Ключові слова:** до вісьмох слів.

**Основна частина статті містить наступні розділи:** вступ (постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями, аналіз останніх опублікованих досліджень, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, виділення невідомої частини загальної проблеми, якій присвячена означена робота).

**Мета дослідження.** Матеріал і методи дослідження (викладення об'єкта дослідження і методик, опис яких повинен бути достатнім для розуміння їх доцільності і можливості відтворення. У випадку проведення експериментальних досліджень з тваринами слід вказувати вид, стать, кількість тварин, методи анестезії при маніпуляціях, пов'язаних із

завданням тваринам болю, метод евтаназії. Обов'язковим є зазначення методик статистичного аналізу з обґрунтуванням вибору критеріїв достовірності оцінок). Результати й обговорення (викладається основний фактичний матеріал, проводиться повне обґрунтування отриманих наукових результатів, висловлення власного судження щодо одержаних результатів, його порівняння з тлумаченням подібних даних, наведених іншими авторами). Висновки. Перспективи подальших досліджень (подається бачення автора перспективності подальших шляхів до розв'язання проблеми, висвітленої у роботі). Література (друкується в порядку згадування джерел у тексті, у квадратних дужках).

**Весь текст** повинен бути надрукований через 1,5 інтервала, шрифт Times New Roman, кегль – 14, з одного боку листа на білому папері формату А4 (1800-2000 друкованих знаків на сторінці). Поля: зліва – 3 см, справа – 1,5 см, зверху та знизу – 2,5 см. Текст набирати в одну колонку. Прийнятні формати текстового файлу: MS Word (rtf, doc).

**Підзаголовки** повинні бути надруковані прописними літерами, півжирним шрифтом.

**Рівняння** необхідно друкувати у редакторі формул MS Equation Editor, що входить до складу текстового редактора MS Word.

**Список літератури** повинен формуватися послідовно, в порядку появи посилання в тексті статті. Для оформлення посилань на книги та журнали використовувати відповідні формати, наприклад:

1. Амосов Н.М., Касаткин А.М., Касаткина Л.М., Талаев С.А. Автоматы и разумное поведение. –К.: Наук.думка, 1973. – 374 с.

2. Вороненко Ю.В., Мінцер О.П. Технології дистанційного навчання у практичній медицині // Журнал сучасного лікаря. Мистецтво лікування. –2005. – № 7. – С. 8–11.

**Рисунки** - шириною до 8 см або до 16 см кожен подаються на окремому аркуші. На зворотній стороні вказати номер рисунка, прізвище першого автора, підпис до рисунка (скорочено) та відмітки “Верх”, “Низ”. Усі рисунки повинні бути пронумеровані в порядку їх появи в тексті. Товщина осі на графіках повинна складати 0,5 pt, товщина кривої – 1,0 pt. Одиниці виміру на осях графіків повинні бути позначені після коми (не в круглих дужках). Рисунки повинні бути якісні, розміри підписів до осей та шкали – 10 pt при вказаних вище розмірах рисунка. Прийнятні графічні формати для рисунків: TIF, JPEG. Рисунки, створені за допомогою програмного забезпечення для математичних і статистичних обчислень, повинні бути перетворені до одного з цих форматів.

**Ілюстрації** приймаються до друку тільки високоякісні. Підписи і символи повинні бути вдруковані. При скануванні слід забезпечити роздільну здатність зображення 300 dpi. Пріоритетним є надсилання оригіналів ілюстрацій. Невеликі за об'ємом ілюстрації можна розміщувати по ходу тексту статті.

**Фотографії** повинні надаватися у вигляді оригінальних контрастних відбитків. У підписах до мікрофотографій вказувати збільшення і метод фарбування матеріалу. Не приймаються до друку негативи, слайди.

**Таблиці** повинні бути представлені на окремих аркушах. Таблиці повинні мати короткі заголовки і власну нумерацію. Відтворення одного і того ж матеріалу у вигляді таблиць і рисунків не допускається.

**Діаграми, графіки** бажано створювати у Microsoft Excel.

**Підписи до рисунків і таблиць** повинні бути надруковані в рукописі після списку літератури на окремому аркуші.

**Розширена анотація до статті** – подається двома мовами (наприклад, якщо основний текст статті написаний українською мовою, то дві розширені анотації подаються російською та англійською); обсяг – 1 сторінка; містить: (а) назву статті, (б) прізвища та ініціали авторів, (в) електронні адреси авторів, (г) повна назва установи, (д) реферат статті до 400 слів, (е) ключові слова.

**Інформація про авторів** – подається на окремому аркуші і містить наступні відомості про кожного: прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання, місце роботи, посада, службова адреса, телефон, факс і електронна пошта. Прізвище автора, з яким слід вести листування, має бути підкреслено.

Статті, оформлені без дотримання вищенаведених вимог, не реєструються. У першу чергу друкуються статті передплатників журналу, а також матеріали, що замовлені редакцією. Редакція залишає за собою право виправляти термінологічні та стилістичні помилки; за погодженням з авторами усувати зайві ілюстрації та скорочувати текст.

**Рукописи направляти за адресою:**

04112, м. Київ, вул. Дорогожицька, 9,  
Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика,  
Редакція журналу “Медична інформатика та інженерія”  
Електронна пошта: miejournal@nmapo.edu.ua

Публікація статей платна. Вартість – 15 грн. за 2000 знаків (1 сторінка). Оплата здійснюється після отримання повідомлення про позитивне рішення щодо публікації статті.

**Оплату за статті переказувати на розрахунковий рахунок одержувача:**

Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського  
КОД 02010830  
р/р 35224001000151 в ГУДКУ в Тернопільській обл.,  
МФО 838012  
В призначенні платежу вказувати: “За друкування статті”.

**Квитанцію про оплату надсилати на адресу:**

Видавництво “Укрмедкнига”,  
46001, м. Тернопіль, майдан Волі, 1  
тел.: (+380352) 43-49-56, факс (+380352) 52-80-09  
e-mail: publishhouse@tdmu.edu.te.ua.