

# Кит

[www.uacm.kharkov.ua](http://www.uacm.kharkov.ua)

## КЛИНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА И ТЕЛЕМЕДИЦИНА

Официальный журнал Украинской Ассоциации «Компьютерная Медицина»



5/2008

Научно-методический журнал  
Клин. информат. и Телемед.  
2008. Т.4. Вып.5. с.1-160

## Цели и задачи

Междисциплинарный научно-методический журнал «Клиническая информатика и Телемедицина» публикует работы по всем разделам медицинской информатики, фармакоинформатики, телемедицины. В журнале освещаются новейшие технологии в клинической информатике: госпитальные системы, компьютерные технологии в функциональной диагностике и телемедицине и многое другое. Обзорные и научные статьи рецензируются ведущими отечественными и зарубежными специалистами. Журнал зарегистрирован в ВАК Украины, как специализированный профессиональный журнал по трем направлениям науки – медицинские науки; фармацевтические науки, информатика и приборостроение (См. Бюлл. ВАК Украины № 3, 2008, с.5, Постановления ВАК Украины от 13.02.2008 № 1–05/2 и Бюлл. ВАК Украины № 2, 2006, с.4–5. от 19.01.2006 № 4–05/1. «Про зарахування публікацій фаховими»). Публикуются следующие типы материалов: (1) Оригинальные статьи; (2) Методические работы, содержащие описание новых методов и подходов; (3) Аналитические обзоры (только по приглашению); (4) Технические замечания; (5) Письма редактору; (6) Сообщения о конгрессах и конференциях (только по приглашению); (7) Рецензии на книги (только по приглашению). Книги для рецензии направляются признанным специалистам по рекомендации редакции.

## Редакторы

Главный редактор: О. Ю. Майоров (Харьков)  
Заместители главного редактора: О. П. Минцер (Киев), В. П. Яценко (Киев),  
В. П. Марценюк (Тернополь)

## Редколлегия

*Медицинские науки:* М. Ю. Антомонов (Киев), А. Aubert (Belgium), Р. М. Баевский (Россия), В. М. Белов (Киев), W. Wertelecki (USA), А. П. Волосовец (Киев), Ю. В. Вороненко (Киев), С. D. Gajdusek (USA), Л. С. Годлевский (Одесса), М. В. Голубчиков (Киев), А. И. Григорьев (Россия), А. И. Ена (Киев), Ю. А. Зозуля, (Киев), Г. Г. Иванов (Россия), Б. А. Кобринский (Россия), А. С. Коваленко (Киев), Л. А. Ковальчук (Тернополь), Ю. М. Колесник (Запорожье), Н. М. Коренев (Харьков), Г. В. Кнышов (Киев), I. Masic (Sarajevo), I. Malmros (Sweden), В. Ф. Москаленко (Киев), О. И. Орлов (Россия), В. А. Павлов (Днепропетровск), А. В. Пίδαев (Киев), Н. Е. Полищук (Киев), В. М. Пономаренко (Киев), А. А. Попов (Киев), Н. Г. Проданчук (Киев), А. М. Сердюк (Киев), Г. А. Слабкий (Киев), В. Н. Соколов (Одесса), У. Tan (Turkey), А. В. Фролов (Республика Беларусь), А. А. Хадарцев (Россия), А. Н. Хвисюк (Харьков), А. П. Чуприков (Киев), Н. И. Яблчанский (Харьков).

*Биологические науки:* А. И. Божков (Харьков), Т. М. Воробьева (Харьков), В. В. Гнездицкий (Россия), В. В. Кальниш (Киев), М. Л. Кочина (Харьков), Р. И. Лихотоп (Киев), В. А. Лищук (Россия).

*Фармацевтические науки:* Ю. И. Губский (Киев), В. И. Кабачный (Харьков), В. Н. Ковалев (Харьков), Б. Л. Парновский (Львов), Н. С. Пономаренко (Киев), А. В. Стефанов (Киев), А. И. Тихонов (Харьков), В. М. Толочко (Харьков), В. П. Черных (Харьков).

*Компьютерные науки (технические науки):* А. М. Ахметшин (Днепропетровск), М. J. Ball (USA), А. И. Бых (Харьков), В. Т. Гринченко (Киев), J. Gutknecht (Switzerland), P. Degoulet (France), G. Dietzel (Germany), R. Engelbrecht (Germany), J. Zvarova (Czech Republic), М. Д. Кац (Северодонецк), В. Г. Книгавко (Харьков), J. Mantas (Greece), G. I. Mihalas (Romania), S. Olsson (Sweden), Ю. М. Пенкин (Харьков), И. Г. Прокопенко (Киев), Л. Г. Раскин (Харьков), В. Richards (Great Britain), Takashi Takahashi (Japan), И. И. Хаимзон (Винница), А. Hasman (Netherlands).

## Редакция

Зав. редакцией: Т. К. Винник (Харьков)  
Реклама: Е. В. Егорова  
Адрес редакции: а/я 7313, Харьков, 61002, Украина  
тел. +38 (057) 700 68 81, эл.почта: [kit-journal@ukr.net](mailto:kit-journal@ukr.net)

## Заказ журнала

Осуществляется в режиме «Книга – почтой»  
Анкеты-заявки для Украины и стран СНГ – на сайте [www.uacm.kharkov.ua](http://www.uacm.kharkov.ua)

Авторские  
права

Разрешается копирование материала для внутреннего или персонального использования и специальным клиентам, получившим разрешение издателя. Все содержание защищено авторским правом издателей – УАКМ и Института МИТ. Перевод и копирование работ разрешается при условии, что это делается не в коммерческих целях или для некоммерческого образования. Однако, в любом случае необходимо делать ссылку на журнал «Клиническая информатика и Телемедицина».

## Издатели



© Общественная организация Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» (УАКМ)  
© Институт Медицинской информатики и Телемедицины (Институт МИТ)  
Журнал зарегистрирован в Госкомитете телевидения и радиовещания Украины  
Свидетельство KB №8134 от 14.11.2003 г.  
тел. +38 (057) 700 68 81, эл.почта: [institute-mit@ukr.net](mailto:institute-mit@ukr.net), Веб-портал: [www.uacm.kharkov.ua](http://www.uacm.kharkov.ua)

## Печать

Подписано в печать 11.062008. Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Заказ № 0611-02. Тираж 5000 экз.  
Типография ИПП «Контраст». Свидетельство ДК №1778 от 05.05.04  
тел. +38 (057) 719 4913, (057) 717 7561

<b>Редакционные материалы</b>	<b>Компьютерная Медицина'2007</b> Отчет о научно-практической конференции «Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения»	3
<b>Оригинальные статьи</b>	<b>Корпорация Майкрософт (США)</b> Ваше здоровье – наша забота. Информационные системы: ключевые вопросы. Часть 3	6
Информационные системы здравоохранения	<b>О. Ю. Майоров, В. Н. Фенченко</b> Исследование биоэлектрической активности мозга с позиций многомерного линейного и нелинейного анализа ЭЭГ	12
Информационные технологии в клинической нейрофизиологии <i>Компьютерная ЭЭГ ВП</i>	<b>Г. Г. Иванов, И. Г. Байрак, Р. Джиад, В. В. Попов, С. Салех</b> Структура variability сердечного ритма при анализе PP- и RR- интервалов у здоровых лиц и больных с ХСН	21
Вариабельность сердечного ритма (BCP)	<b>А. М. Ахметшин, Л. Г. Ахметшина</b> Повышение чувствительности анализа рентгеновских снимков методом автоморфного отображения в базисе собственных изображений	30
Анализ изображений	<b>В. Н. Соколов</b> Использование виртуальной КТ-эндоскопии крупных сосудов, бронхов и толстой кишки с использованием компьютерного томографа «ASTEION SUPER 4» фирмы ТОШИБА и станции VITREA-2	37
Нанотехнологии	<b>С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, Д. О. Дереча</b> Біоінформатика як основний інструмент нанобіотехнології та наномедицини	41
Информационные технологии в клинике <i>Системы мониторингования в клинике внутренних болезней</i>	<b>Г. В. Дзяк, Т. В. Колесник</b> Использование информационных технологий для определения степени артериальной гипертензии по данным суточного мониторингования артериального давления	50
<i>Мультиагентные технологии в моделировании заболеваний</i>	<b>П. П. Рыжко, А. Ю. Соколов, Л. В. Рощенюк, Е. К. Чмыхун, Д. И. Чумаченко, А. А. Соколов</b> Моделирование распространения дерматовенерологических заболеваний на основе мультиагентных технологий	56
Фармакоинформатика	<b>Б. Л. Парновський, М. В. Слабий, О. М. Заліська, А. І. Бойко, Г. В. Крамаренко, Г. Ю. Яцкова, А. А. Лендяк</b> Розвиток теорії фармацевтичної інформатики та викладання цієї дисципліни в Україні. Огляд	60
	<b>В. А. Жук, Ю. М. Пенкин</b> Информационная модель системы интегрального менеджмента качества для фармацевтических предприятий	64
Информационные технологии в медицинском образовании	<b>Л. Я. Ковальчук, В. П. Марценюк, А. В. Семенець</b> Концептуальні підходи до інтегрованого середовища оцінки знань у медичній освіті	71
	<i>Памяти Виктора Михайловича Пономаренко</i>	77
<b>Научные общества мединформатики</b>	Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» (УАКМ)	78
	Европейская Ассоциация менеджеров информационных технологий здравоохранения (НІТМ)	80
	Международная Ассоциация Медицинской Информатики (IMIA)	81
	Европейская Федерация Медицинской Информатики (EFMI)	83

---

<b>Юбилейные даты</b>	<i>К юбилею Виктора Николаевича Соколова</i>	84
	<i>К юбилею Анатолия Павловича Чуприкова</i>	85
	<i>К юбилею Валентина Порфирьевича Яценко</i>	86

---

<b>Мединформатика, события, конференции</b>	21-й Международный Конгресс Европейской Федерации Медицинской Информатики MIE 2008, Швеция	87
	Календарь Конференций, Конгрессов на 2006–2009	88

---

<b>Новые книги</b>	<i>Новые книги по медицинской информатике, статистике и эпидемиологии, по компьютерным методам диагностики</i>	89
--------------------	--	----

---

<b>Тезисы докладов</b>	<i>Материалы международной научно-практической Конференции «Компьютерная Медицина'2007» «Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения»</i>	92
	<i>Авторский указатель тезисов научно-практической Конференции «Компьютерная Медицина'2007»</i>	158

---

	CONTENTS (IN ENGLISH)	160
--	-----------------------	-----

## Комп'ютерная Медицина' 2007

отчет о научно-практической конференции  
с международным участием

### РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕФОРМИРОВАНИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

14–15 сентября 2007 года в Харьковской медицинской Академии последипломного образования МЗ Украины (ХМАПО) состоялась традиционная научно-практическая конференция с международным участием «Комп'ютерная Медицина'2007» (Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения) с выставкой медицинских программных продуктов и компьютерных биотехнических систем.

Организаторами Конференции были: Украинская Ассоциация «Комп'ютерная Медицина», Украинская Ассоциация клинической нейрофизиологии, Министерство здравоохранения Украины, Украинский институт общественного здоровья, Харьковская медицинская Академия последипломного образования, Харьковский Национальный университет им. В. Н. Каразина, Харьковский Национальный фармацевтический университет МЗ Украины, Харьковский национальный медицинский университет.

В работе конференции приняли участие более 350 специалистов Украины, России, Беларуси, Узбекистана, Нидерландов (доктор М. Адеинка), Великобритании (профессор Б. Ричардс), Швейцарии (доктор М. Фритцше), ФРГ (профессор Р. Энгельбрехт), США (профессор В. Вертелецкий), в том числе, представители фирм Украины, России, Беларуси, ФРГ — специалисты в области информационных медицинских технологий и вычисли-

тельной техники — медики, математики, инженеры, представители областных и районных больниц Украины и России, представители областных отделений здравоохранения Украины.



**Ректор Харьковской медицинской Академии последипломного образования профессор А. Н. Хвисьюк приветствует участников Конференции.**



**Докладывает профессор О. Ю. Майоров (Харьков, Украина). «Проблемы и перспективы информатизации здравоохранения в Украине. Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения».**



**Профессор Л. Г. Раскин (Харьков, Украина) избран Почетным членом Украинской Ассоциации «Компьютерная Медицина».**

Были заслушаны более 200 докладов по различным направлениям медицинской информатики — опыт создания медицинских информационных систем, информационные диагностические технологии, медицинские экспертные системы, анализ медицинских изображений, телемедицина, информационные технологии в медицинском образовании и др.

Конференция открылась приветствием вице-президента АМН Украины академика Ю. А. Зозули.

Было также проведено объединенное заседание Ученого Совета УАКМ, Редакционной Коллегии и Редакционного Совета научно-методического журнала УАКМ «Клиничес-



**Выставка медицинских программных продуктов и компьютерных биотехнических систем.**



**Модераторы Пленарного заседания профессор Ю. Е. Лях (Донецк, Украина) и доцент А. А. Рыжов (Запорожье, Украина) «Информационные системы здравоохранения, телемедицина, ИТ в медицинском образовании».**



**Доклад профессора Т.Ф. Мироновой (Челябинск, Россия) «Клинический анализ variability сердечного ритма при кардиоаритмиях у больных ишемической болезнью сердца» на Пленарном заседании «Вариабельность сердечного ритма». Модератор доц. В. И. Калашников.**

кая информатика и Телемедицина», объединенной проблемной Комиссий МЗ и АМН «Телемедицина».

Доклады представили профессора О. Ю. Майоров (Харьков), В. Вертелецкий (США), А. П. Минцер (Киев), Р. М. Баевский (Москва, Россия), Г. А. Слабкий (Киев), А. В. Коркушко (Киев), М.В. Голубчиков (Киев), М. Ю. Антомонов (Киев), Л. С. Годлевский (Одесса), Н. И. Яблчанский (Харьков), А. П. Алпатов (Днепропетровск), А. В. Мартыненко (Харьков), В. Н. Соколов (Одесса) Ю. Е. Лях (Донецк), В. П. Яценко (Киев), А. М. Ахметшин (Днепропетровск), А. В. Фролов (Минск, Беларусь), Л. Г. Раскин (Харьков), М. Л. Кочина (Харьков), П. П. Рыжко (Харьков), А. С. Коваленко (Киев), Ю. М. Пенкин (Харьков), Я. С. Березницкий (Днепропетровск), В. И. Чумаков



**К.т.н. Ю. А. Прокопчук (Днепропетровск, Украина) презентует свою монографию «Интеллектуальные медицинские системы. Формально-логический уровень». Днепропетровск. 2007.**



**В кулуарах конференции профессор В. Н. Соколов (Одесса, Украина) и профессор В. И. Чумаков (Харьков, Украина).**



**Модераторы Пленарного заседания «Вариабельность сердечного ритма» профессора Н. И. Яблчанский и А. В. Мартыненко (Харьков, Украина).**



**В кулуарах конференции профессор А. И. Бых (Харьков, Украина) и профессор В. П. Яценко (Киев, Украина).**

(Харьков), Г. Г. Иванов (Москва), В. О. Бобров (Киев), Л. Л. Чеботарева (Киев), Л. М. Козак (Киев), А. Б. Котова (Киев), Т. Ф. Миронова и В. А. Мионов (Челябинск, Россия).

Были проведены пленарные заседания: «Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения», «Информационные системы здравоохранения. Телемедицина, ИТ технологии в медицинском образовании»; симпозиумы «Вариабельность сердечного ритма», «Информационные технологии в клинической нейрофизиологии».

Также состоялось три секционных заседания, в том числе: «Информационные технологии в диагностике, обработка медицинских изображений», «Фармакоинформатика».

В Резолюции Конференции отмечено большое значение медицинской информатики для реформирования здравоохранения, развития медицинской науки и медицинского образования, интеграции украинского здравоохранения в международный медицинский простор. В Резолюции еще раз подчеркивается необходимость пересмотра учебных программ по медицинской информатике, исходя из рекомендаций Международной Ассоциации медицинской информатики (IMIA), и включения «медицинской информатики» в перечень медицинских специальностей.

Было принято решение о проведении в 2009 году международной научно-практической Конференции «Компьютерная Медицина'2009».

**Microsoft®****Ваше здоровье — наша забота****Информационные системы:  
ключевые вопросы****Корпорация Microsoft****Часть 3****(Продолжение. Начало в 2005. Т.2 .№1; 2006. Т.3. Вып.4)****Открытые стандарты  
как средство обеспечения  
интероперабельности**

Под интероперабельностью понимают способность ИТ-систем обмениваться информацией и совместно ее использовать.

Недавние инициативы в Европе и других регионах демонстрируют возрастание понимания важности интероперабельности в информационном обществе. Широкая интероперабельность информационных технологий дает гражданам возможность использовать разнообразнейший спектр продуктов и услуг благодаря увеличению количества устройств и технологий.

Интероперабельность также имеет большое значение для обмена информацией между системами, создаваемыми разными разработчиками, в медицинских учреждениях и в общественном секторе экономики вообще. Этот обмен может происходить независимо от технологий или платформ, на базе которых построены системы.

Распространение и внедрение открытых стандартов поможет сделать интероперабельными имеющиеся на рынке технологии и программные продукты разных производителей, а затем позволит разнообразным продуктам обмениваться данными и совместно функционировать в сетевой среде.

В соответствии с директивой ЕС относительно программного обеспечения, интероперабельность компонентов компьютерных систем в общем случае означает «способность обмениваться информацией и совместно использовать информацию, которая является предметом обмена».

Ряд известнейших в мире коммуникационных систем с высокой степенью интероперабельности стал успешным именно благодаря способности работать на разных платформах и с разными технологиями, благодаря поддержке стандартизированных форматов данных. Так, применение

для форматирования контента Интернет-страниц открытых стандартов, которые базируются на HTML, XML и родственных им форматах, служит основой высокой интероперабельности разнообразных аппаратных устройств, операционных систем и прикладных программ.

Подобным образом системы передачи SMS-сообщений для мобильных телефонов и других устройств беспроводной связи достигают высокого уровня интероперабельности, благодаря тому, что стандартизированный формат SMS-данных разрешает передавать сообщения при помощи многочисленных конкурирующих платформ для сотовой связи стандартов GSM и 3G.

Сегодня несколько общепринятых открытых интернет-стандартов составляют базу для построения интероперабельных систем. К таким стандартам относятся:

- интернет-стандарты интероперабельности, разработанные консорциумами IETF, W3C и WS-I (например, XML);
- веб-службы как метод обеспечения обмена информацией между разными системами разных разработчиков;
- единый подход к организации метаданных (Дублинское ядро, стандарт RDF);

Средства обеспечения интероперабельности должны опираться на соответствующие открытые стандарты:

- HL7 или Dicom;
- TCP/IP — ведущий протокол транспортного и сетевого уровня;
- протокол передачи гипертекста HTTP и защищенный протокол HTTPS с 128-битовым SSL-шифрованием данных;
- HTML — язык разметки гипертекста, который используется для форматирования веб-страниц;
- XML — язык, который обеспечивает структурированность и единообразие способов представления информации;
- стандарт цифровой подписи от W3C — метод применения цифровых сертификатов для цифрового подписывания информации, которая базируется на использовании открытых стандартов;
- сертификаты x.509, которые применяются, в частности, для создания цифровых сертификатов и цифровой подписи;

- протокол SOAP, который устанавливает правила доступа к системам независимым от производителя способом;
- протокол SMTP, предназначенный для обмена сообщениями по электронной почте;
- веб-службы, как первичный независимый от разработчика метод взаимодействия применений через сеть Интернет;
- стандарты консорциума WS-I (WS-Security, WS-Trust, WS-Policy и др.), которые должны обеспечить унифицированность методов защищенного, надежного и прогнозируемого взаимодействия систем.

Внедряя эти средства обеспечения интероперабельности, медицинские учреждения получают возможность обмениваться информацией согласованным способом. Но, кроме этого инструментария общего назначения, нужна, также, специфическая для организации система стандартов, которым должны отвечать упомянутые средства. Такая система создается путем внедрения единой сквозной ИКТ-архитектуры в масштабе организации, которая определяет и, даже, диктует конкретные методы общего использования отдельных средств последовательным и интероперабельным способом.

Возрастающее количество стандартов и спецификаций, связанных с языком XML, демонстрирует преимущества стандартизированных форматов в обеспечении интероперабельности данных, а также разработок разных поставщиков.

Цель среды XML — предоставить исчерпывающий набор открытых и общепринятых стандартов и нормативов, который бы разрешил любой программе, разработанной с учетом этих стандартов, обмениваться данными с другими программами, которые поддерживают формат XML, независимо от языка программирования, на котором они написаны, и платформ, на базе которых они работают.

Медицинским учреждениям важно понимать отличие между открытыми стандартами, которые обеспечивают *интероперабельность применений*, и *программным обеспечением с открытым исходным кодом*. К исходному коду такого программного обеспечения предоставляется свободный доступ, но открытые стандарты оно поддерживает не обязательно.

Целью создания открытых стандартов, как отмечалось, является содействие интероперабельности имеющихся на рынке разнообразных конкурирующих продуктов и услуг путем установления определенного минимального набора требований, которым должны отвечать разработки. Принадлежность того ли иного стандарта к категории «открытых» никак не связана с моделью разработки программного обеспечения, которую применяет разработчик во время внедрения стандарта. Применение открытых стандартов интероперабельности возможно как в коммерческом программном обеспечении, так и в программах с открытым кодом.

Впрочем, последние далеко не всегда отвечают открытым стандартам. Фактически, возможность внесения модификаций в код программного обеспечения, благодаря его общедоступности, создает потенциальный риск нарушения его интероперабельности с устройствами и другими программами.

Итак, нет связи между принадлежностью того или иного программного продукта к программам с открытым кодом, и отдельным и намного более важным вопросом о том, удовлетворяет ли он требованиям открытых стандартов.

Корпорация Microsoft поддерживает открытые стандарты в своих технологиях и продуктах, а также, рациональное повторное использование решений через инициативу «Свободный обмен приложениями и решениями» (Open Application and Solution Sharing — OAS) для правительственных учреждений. Таким образом, корпорация Microsoft оказывает содействие обмену наилучшими практическими решениями, интеллектуальной собственностью и решениями на платформе Microsoft между органами управления, их партнерами, работниками образовательной сферы и разработчиками информационных систем.

На базе инициативы OAS был создан Центр свободного обмена приложениями (OASC), что предлагает:

- веб-платформу, которая открывает доступ к знаниям и решениям;
- объединенная среда, которая обеспечивает общую работу над правительственными решениями, а также их переработку и усовершенствование;
- ряд механизмов для поиска, оценивания и каталогизации решений и проектов;
- открытый форум для партнеров, чтобы они могли презентовать свои решения и возможности.

Центр OASC предоставляет такие преимущества учреждениям, которые работают в области здравоохранения:

- расширение возможностей обмена информацией;
- ускоренная передача информации: можно скорее узнавать, как выполняются решения, и ускорять учебный процесс, связанный с новыми проектами;
- ускорение реализации решений: клиенты могут обмениваться решениями на нашей платформе, которая поможет повысить эффективность работы и предоставит дополнительные преимущества;
- улучшенные возможности повторного использования: можно использовать результаты работы, которую выполнили другие учреждения, сэкономив время и средства и не рискуя потерпеть неудачу (зачем вновь изобретать колесо?!).

Фактически инициатива объединяет большую группу приложений, которые совместно используются во многих органах управления, а также архитектур, документов, исследований, планов и ссылок.

Все материалы и IP-адреса общественным учреждениям и их сотрудникам предоставляются бесплатно. Это еще один пример того, как партнерство с корпорацией Microsoft может помочь повысить качество работы и снизить затраты. В свою очередь, это разрешает органам местного и регионального управления сосредоточить большую часть ограниченных ресурсов на выполнении основных задач, а не на работе вспомогательных служб и обслуживании сложных ИКТ, которая становится необходимой, если нужно, например, обеспечить совместимость многочисленных технологий разных производителей.

## Система метаданных

Эффективный обмен информацией, как внутри медицинских учреждений, так и с другими организациями, требует однозначного толкования терминов, которые используются в многочисленных подразделах органов здравоохранения. Наилучшим способом решения этой задачи есть применение единого языка, каталога и тезауруса метаданных.

Метаданные — это, в сущности, «данные о данных». В этом определении, на первый взгляд несколько тавтологическом, скрыт логический, последовательный подход к эффективному и повторному использованию информации. Например, метаданные музыкальной библиотеки, которая сохраняется на компакт-диске, — это информация, описывающая собственно компакт-диск: название издателя, перечень исполнителей, названия песен и т.п.

Тезаурус является средством, которое может гарантировать, что «сквозная» информация, используемая в медицинском учреждении (а также, передаваемая между разными органами

здравоохранения и между медицинскими и другими организациями), является унифицированной, то есть, что одним и тем же метаданным всегда отвечают одни и те же понятия.

Создание каталога стандартных терминов и дескрипторов, его использование в разнообразных службах предусматривает определение общепотребляемых ключей, которые обеспечивают эффективное получение, и использование информации кем бы то ни было, кто пройдет соответствующую авторизацию.

Разработанная консорциумом W3C технология семантической сети, которая включает в себя среду описания ресурсов (Resource Description Framework, RDF), определяет общую архитектуру метаданных и предназначена для обеспечения совместимости метаданных с помощью общей семантики, структуры и синтаксиса.

Технология семантической сети предусматривает расширение возможностей Интернета благодаря механизмам предоставления информации четко определенного значения, которое разрешает эффективно использовать ее в общей работе, как компьютеров, так и людей.

Инициатива метаданных Дублинского ядра (The Dublin Core Metadata Initiative, DCMI) – общепризнанный открытый форум, посвященный разработке совместных стандартов метаданных на базе инициатив W3C относительно внедрения стандартов RDF и XML.

Концепция метаданных Дублинского ядра дополняет существующие подходы относительно поиска и индексирования сетевых метаданных и используется во многих заинтересованных сообществах, в том числе правительствах, библиотеках, образовательных организациях и коммерческих компаниях.

## Система безопасности

Необходимость обеспечения целостности, конфиденциальности и доступности информации в медицинских учреждениях очевидна.

Потребность в защите в равной мере касается как информации, которая помещается во всех информационных системах и передается сетью, так и той, что находится «вне кадра».

Многообразие информации огромно, а ее безопасность должна гарантироваться всегда, ведь каждый день появляются новые сообщения о злоупотреблении и взломах. Вместе с более сложными проблемами, связанными с социотехникой, проблемы защиты информации требуют от ее собственников постоянно быть настороже. Вторжение, атаки, направленные на срыв обслуживания пользователей, незаконное разглашение информации – «постоянные» угрозы, противостоять которым должны тщательно продуманные программы защиты данных. Речь идет, как о внутренних системах и процедурах, так и о тех, которые освещаются в Интернете.

По причинам, обозначенным выше, органы здравоохранения должны придерживаться базовых принципов гарантирования информационной безопасности:

- использование информации в соответствии с законодательством и исключительно с той целью, с которой она предоставляется;
- сведение объемов информации к необходимому минимуму;
- уважение прав граждан или организаций, которых касается использующаяся информация;
- своевременное обновление, обеспечение актуальности и достоверности информации;

- сохранение информации лишь до тех пор, пока она нужна;
- поддержка безопасности информационной среды;
- предоставление информации другим организациям лишь после поступления соответствующих запросов и осуществление защитных мероприятий.

Естественно, что в разных странах в понятие «личная информация» вкладывают разное содержание, которое объясняется отличиями в демократических традициях, балансе прав и обязанностей между гражданами и государством.

В общем случае, личная информация состоит из объективных и субъективных сведений.

Обмен информацией в границах медицинского учреждения, между медицинским учреждением и отдаленными адресатами (другими органами здравоохранения и внешними организациями) должен быть надежно защищен.

Желанию защитить потоки данных противоречит желание применять открытые стандарты интероперабельности, а также открытость сети Интернет, насыщенной узкоспециализированными программными решениями.

Одним из способов достижения баланса между потребностями в безопасности и открытостью является создание защищенной сети только для медицинских учреждений. Такие сети могут использовать преимущества всех стандартов и технологий Интернета (TCP/IP, HTTP, XML и т.п.), вместе с тем, предоставляя доступ и возможность получения услуг закрытому сообществу лиц, которые имеют высокий уровень доверия.

Защищенная сеть медицинского учреждения должна иметь общую «границу» с Интернетом, организованную так, что ее пользователи имеют возможность пользоваться Интернетом, не беспокоясь о защите от вирусов, хакерских атак и др.

Тем не менее, описанный подход связан с потенциальной трудностью: не все внешние заинтересованные организации будут удовлетворять требованиям безопасности или будут иметь пороговую ступень доверия, а значит, они будут лишены информации, в которой нуждаются.

Другим, более гибким, методом является использование Интернета как носителя информации с выделением виртуального сообщества медиков при помощи защищенных ссылок и общей среды аутентификации и авторизации. Таким методом может быть, например, взаимная аутентификация надежных организаций с помощью 128-битового протокола шифрования SSL или технологий VPN.

Ключевым международным стандартом по безопасности информации является, разработанный Международной организацией стандартов (International Standards Organization, ISO), стандарт ISO/IEC 17799:2000 – свод правил и норм по управлению безопасностью в области информационных технологий.

Некоторые органы здравоохранения уже используют этот стандарт во внутренних сетях и требуют от поставщиков его соблюдения. Такое использование может стать моделью и для других медицинских учреждений. Стандарт ISO/IEC 17799:2000 регламентирует такие аспекты:

- планирование последовательности действий;
- контроль над доступом к системе;
- разработка и обслуживание систем;
- физическая защита информации и защита информации в сетях;
- соответствие требованиям;
- защита личной информации;
- защита информации, которая принадлежит организации;
- управление компьютерным обеспечением и сетями;
- классификация IT-активов и контроль над ними;
- политика безопасности.

Еще одним важным стандартом являются, так называемые, *Общие критерии (Common Criteria – CC)* – разработанный при участии правительств, признанный во всем мире стандарт ISO в области оценки защищенности ИТ-продуктов и систем.

Общие критерии предусматривают сертификацию программных продуктов независимой аккредитованной лабораторией с обязательным тщательным тестированием и изучением документации. В 2002 году Совет Европы призывал все государства-члены ЕС продвигать Общие критерии и использовать продукты, которые отвечают признанным стандартам.

Корпорация Microsoft на данный момент гарантирует соответствие своих базовых серверных продуктов определенным уровням CC – например, линия продуктов Windows Server аккредитована на уровне EAL4+, а ISA Server – на уровне EAL2.

В органах здравоохранения информационные системы играют все более важную роль. В мире, где большинство дел любой организации ведется в электронном виде, каждый простой или потеря данных имеют ощутимые последствия. Безопасность – это полноценный и жизненно важный компонент предоставления услуг. Общеизвестный набор стандартов и подходов к гарантированию безопасности обеспечивает целостность и доступность данных организаций.

## Рекомендации

Корпорация Microsoft рекомендует применять стратегию многоуровневой защиты (Defence in Depth), которая позволит нашим клиентам удовлетворять собственные требования к безопасности ИТ-систем. Мы стремимся предоставить технологии, которые дают возможность реализовывать решение по безопасности на всех уровнях, которые будут рассмотрены ниже.

### Периметр

Корпорация Microsoft разработала технологию брандмауэра, который защищает, как отдельные рабочие станции, так и корпоративную сеть.

Брандмауэр Windows XP Internet Connection Firewall (ICF) защищает от многих атак (компьютерных вирусов и червей), а также предупреждает отрицательное влияние программ, разработанных злоумышленниками, на компьютер пользователя.

Сервер Internet Security and Acceleration (ISA Server) предоставляет пользователям службы брандмауэра, прокси и веб-шифрование.

Брандмауэр выполняет традиционные функции, например фильтрацию портов и протоколов, но, что важнее, он обеспечивает пакетную проверку. Это позволяет проверять данные, введение которых в сеть было разрешено через корректно открытые порты, и предупреждать вторжения червей, вирусов, созданного злоумышленниками кода и других вредных сетевых запросов.

### Сеть

Для лучшей защиты сети организации можно использовать функции, встроенные в операционные системы семейства Windows.

IPSec – это открытый стандарт, который расширяет возможности шифрования сетевого протокола TCP/IP, позволяя ставить цифровые подписи и проводить аутентификацию сетевых соединений.

Как беспроводные, так и кабельные сети можно защитить от неавторизованного доступа с помощью стандартизированного промышленного протокола IEEE 802.1X.

Отдаленные клиенты, которые подключаются к веб-приложениям, могут быть защищены с помощью протокола Secure Sockets Layer (SSL), а подключаться к сетям LRG отдаленные пользователи могут, используя протоколы Layer Two Tunneling (L2TP) и IPSec.

### Хост

В усовершенствованных службах конфигурирования семейства Windows Server уменьшено количество служб, которые устанавливаются и активируются по умолчанию, и таким способом уменьшена уязвимая зона системы.

Службы, которые работают под управлением Windows Server, могут выполняться под учетными записями с низким уровнем разрешения, что уменьшает вероятность использования уязвимых мест приложений для получения высокоуровневого доступа к системе. Такие средства автоматического установления обновлений, как Software Update Services и Systems Management Server 2003, снижают затраты на модернизацию систем.

## Приложения

Возможности операционных систем Windows, серверных систем Windows (Exchange Server, SQL Server и т.п.) и .NET Framework позволяют разрабатывать безопасные программы.

Приложения могут использовать такие протоколы аутентификации, как Kerberos и SSL Client Certificates, что позволяет защитить пользователей от неавторизованного доступа путем использования встроенных в платформу функций авторизации на базе ролей.

Технологии .NET Framework и ASP.NET дают возможность проверять данные, которые вводятся, и предупреждать введение сознательно искаженных или вредных данных. С их помощью разработчики могут также легко избежать распространенных ошибок, которые могут привести к уязвимости приложений.

## Данные

Информация, которая сохраняется на компьютерах пользователей, может быть защищена от неавторизованного доступа с помощью файловой системы с поддержкой шифрования (Windows Encrypting File System), которая шифрует данные в соответствии с промышленным стандартом шифрования 56bit DESX.

Кроме использования криптографических функций, встроенных в операционные системы семейства Windows, технология .NET Framework разрешает разработчикам легко встраивать в приложения такие стандартные криптографические алгоритмы, как RSA, AES и DES.

Возможности резервного копирования и восстановления, которое предоставляют системы Windows Server, позволяют максимизировать время бесперебойной работы системы, оперативно выполнять планы восстановления после перебоев и использовать географически отдаленные датацентры для дублирования ресурсов с целью повышения надежности предоставления услуг.

## Библиотека документации по управлению ИКТ-системами и их эксплуатации

Для повышения успешности IT-проектов организации должны создавать библиотеки документации, которая касается широкого круга вопросов по эксплуатации ИКТ-систем и управлению ими. В этой документации обычно описывается метод эффективного проектирования, разработки, развертывания, эксплуатации и поддержки, необходимых для организации IT-решений.

Библиотека по вопросам эксплуатации ИКТ-систем организации и управление ими содержит технические пособия, которые дают возможность организации обеспечить такие критически-важные характеристики ИКТ-решений, как надежность, доступность, возможность поддержки и управляемость, а также решить проблемы, связанные с человеческим фактором, процессами, технологиями и управлением, которые непременно возникают при эксплуатации сложных, распределенных и гетерогенных ИКТ-сред.

Наилучшие промышленные решения в области предоставления ИКТ-услуг были подробно задокументированы в библиотеке ITIL (ICT Infrastructure Library) Управления государственной торговли Великобритании (Office of Government Commerce – OGC). OGC – государственный регулирующий орган, на который возложены функции аккумуляции наилучшего опыта и предоставления рекомендаций по вопросам использования информационных технологий в сфере организации обслуживания. Для этого OGC начинает общие проекты с наибольшими мировыми ИКТ-компаниями, документируя и предоставляя официальный статус опыту, накопленному в данной области.

Библиотека ITIL в данный момент состоит из более 40 томов, каждый из которых посвящен определенной функции управления IT-службами и содержит ссылки на все другие тома.

Медицинские учреждения могут использовать библиотеку ITIL для того, чтобы соединить общепризнанные промышленные стандарты в области ИКТ-технологий с конкретными рекомендациями относительно использования продуктов и технологий, развернутых в их IT-средах.

Корпорацией Microsoft разработана также собственная техническая библиотека (Microsoft Operations Framework – MOF), которая базируется на библиотеке ITIL и расширяет ее. MOF содержит рекомендации относительно поддержки распределенных ИКТ-сред и отраслевых тенденций, например, таких как хостинг приложения и системы электронной коммерции на базе веб-транзакций.



Использование стандартов интероперабельности в интегрированных информационных системах.

## Совместные межорганизационные IT-архитектуры

В области здравоохранения разработка любых информационных систем и инвестирование в них может происходить в контексте четко определенной IT-архитектуры масштаба организации, которая направлена на создание эффективной сервисно-ориентированной среды. Оптимальным путем создания такой среды является:

- использование согласованных интерфейсов (схем, методов и др.);
- применение согласованных стандартов обмена информацией (например, веб-служб);
- разработка IT-архитектур отдельных организаций в контексте межорганизационной сервисно-ориентированной архитектуры (SOA) всей системы здравоохранения.

Открытые стандарты совместимости разрешают связывать разнообразные источники информации в единую систему информационных услуг.

Результатом тщательно разработанной IT-стратегии станет реализация «шины сообщений», основы всей SOA организации. Службы, соединенные с этой шиной, могут базироваться на разных технологических платформах, но поскольку они будут отвечать открытым стандартам совместимости, сообщение между ними будут пересылаться свободно. Это происходит благодаря тому, что «шина сообщений», в свою очередь, базируется на ключевых стандартах (например, совместимости данных), которые разрешают осуществлять надежный и согласованный обмен информацией между системами.

Принятие этой модели будет иметь положительное влияние на процесс обмена информацией, как между органами здравоохранения, так и между медицинскими учреждениями и посторонними организациями.

Все больше стран переходит на такие открытые стандарты интероперабельности, как XML и SOAP/веб-службы, чтобы обеспечить интероперабельность в границах имеющихся систем и между ними. Одни и те же стандарты разрешат упростить процедуру обмена информацией между медицинскими учреждениями и другими организациями.

Как видно из изображенной на рисунке модели, веб-службы сыграют ключевую роль в развитии SOA, поскольку разрешают организациям создавать нежестко связанную ИКТ-инфраструктуру.

Такие стандарты веб-служб, как XML, UDDI и SOAP дают возможность осуществлять коммуникации в сети в том формате, в котором это необходимо. Создание на базе этих стандартов бизнес-процессов, к которым можно будет предоставлять доступ через веб-службы, разрешит сделать ИКТ более соответствующим потребностям организаций, которые постоянно меняются.

Корпорация Microsoft предоставляет платформу для развертывания интегрированных инновационных решений на базе таких открытых стандартов, как XML, UDDI, SOAP и связанных с ними технологий открытых стандартов, обеспечивая интероперабельность своей продукции, благодаря передовым достижениям всемирного масштаба.

### Литература

1. Runciman W. B., Roughead E. E., Semple S. J., Adams R. J. Adverse drug events and medication errors in Australia. *Int J Qual Health Care*. 2003 Dec; 15 Suppl 1:i49–59.

2. M. Pirmohamed, S. James, S. Meakin, C. Green, A. K. Scott, T. J. Walley, K. Farrar, B. K. Park, A. M. Breckenridge. Adverse drug reactions as cause of admission to hospital: prospective analysis of 18 820 patients *BMJ*. 2004 July 3; 329 (7456): 1519.

3. Rome R. M., Fortune D. W. The role of second-look laparotomy in the management of patients with ovarian carcinoma. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 1988 Nov;28(4):318–23.

4. Johnson M. A., Davis P., McEwan A. J., Jhangri G. S., Warsawski R., Gargum A., Ethier J., Anderson W. W. Preliminary findings from a teleultrasound study in Alberta. *Telemed J*. 1998 Fall; 4(3):267–76.

5. Rogo K. O., Ojwang S. B., Stendahl U. Second look laparotomy — its role in the management of ovarian carcinoma. *East Afr Med J*. 1989 Dec; 66(12): 844–50. Review.

6. Устный доклад на Конгрессе по вопросам услуг e-Health в 2003 г.: Meer A., Weber A. Use of computer assisted telephone triage in out of hours primary care and the ISPM study: Niemann S., Meer A., Simonin C., Abel T. Medical telephone triage and subsequent patient behaviour: How do they compare? *Swiss Med Wkly* 2004; 134:126–131.

7. Lattimer V., George S., Thompson F., Thomas E., Mullee M., Turnbull J., et al. Safety and effectiveness of nurse telephone consultation in out of hours primary care: randomised controlled trial. *The South Wiltshire Out of Hours Project (SWOOP) Group. Br Med J* 1998; 317:1054–9.

8. Forbis, S. «Designing educational computer games.» *Health Educ*. 14.6 (1983): 15–18.

9. Brown, S. J. et al. «Educational video game for juvenile diabetes: results of a controlled trial.» *Med.Inform. (Lond)* 22.1 (1997): 77–89. Lehmann, E. D. «Interactive educational simulators in diabetes care.» *Med.Inform. (Lond)* 22.1 (1997): 47–76.

10. Turnin, M. C. et al. «Evaluation of microcomputer nutritional teaching games in 1,876 children at school.» *Diabetes Metab* 27.4 Pt 1 (2001): 459–64. Yawn, B. P. et al. «An in-school CD-ROM asthma education program.» *J.Sch Health* 70.4 (2000): 153–59.

11. Bosworth, K. et al. «Using multimedia to teach conflict-resolution skills to young adolescents.» *Am.J.Prev.Med.* 12.5 Suppl. (1996): 65–74.

© 2005 Microsoft Corporation. Все права защищены.

Microsoft, логотип Microsoft и Windows являются товарными знаками корпорации Microsoft, которые охраняются в США и/или других странах.

### Переписка

Майкрософт Украина  
а/я 166, Киев, 04070, Украина  
тел.: +380 44 496 0310  
факс: +380 44 496 0317  
<http://www.microsoft.com/ukraine>

УДК 616.831-073.7:517

# Исследование биоэлектрической активности мозга с позиций многомерного линейного и нелинейного анализа ЭЭГ

© О. Ю. Майоров<sup>1,2,3</sup>, В. Н. Фенченко<sup>1,3,4</sup><sup>1</sup>Институт медицинской информатики и Телемедицины, Харьков, Украина<sup>2</sup>Харьковская медицинская академия последипломного образования МЗ Украины<sup>3</sup>НИИ охраны здоровья детей и подростков АМН Украины, Харьков<sup>4</sup>Институт низких температур НАН Украины, Харьков

## Резюме

Предложен новый подход к исследованию биоэлектрической активности мозга человека и животных, базирующийся на выявлении методами многомерного спектрального анализа областей полушарий мозга и подкорковых структур, временно вовлеченных в ту или иную функциональную систему (по П. К. Анохину) для реализации поведенческих актов, и последующем анализе их нелинейно-динамических параметров с позиций теории детерминированного хаоса, реализованный в системе компьютерной ЭЭГ *NeuroResearcher® '2005-2007*.

**Ключевые слова:** ЭЭГ, многомерный спектральный анализ, нелинейный анализ, детерминированный хаос, система ЭЭГ *NeuroResearcher® '2005-2007*.

**Клин. информат. и Телемед.**  
2008. Т.4. Вып.5. с.12-20

## Введение

Как установлено в последние два десятилетия, нормальная динамика здорового организма является хаотической, и многочисленные исследования показывают, что наблюдаемый «хаос» присущ самой природе протекающих в организме динамических процессов, причем степень «хаотичности» протекающих в организме процессов может меняться при патологии в ту или иную сторону [1]. Хаотическая динамика дает много функциональных преимуществ, так как хаотические системы способны работать в широком диапазоне условий и легко адаптируются к их изменениям. Для таких систем типично сосуществование в фазовом пространстве нескольких аттракторов разного типа [2], количество и характер которых определяются управляющими параметрами системы. Последние зависят от «предистории» и внешних условий и меняются вместе с ними. При этом «переключение» между сосуществующими аттракторами, определяющее «реакцию» системы на изменение внешних условий, может управляться как детерминированным законом изменения управляющих параметров системы [3, 4], так и происходить под действием весьма слабых «случайных» возмущений [5, 6]. При изменении управляющих параметров аттракторы изменяются, в частности, возможны «кризисы» аттракторов [7], выражающиеся в их «объединении» и «разделении».

К настоящему времени появились работы, посвященные исследованию динамических параметров мозга в различных состояниях: спокойное бодрствование, интеллектуальная нагрузка, сон, кома, гипноз и т.д. [8-20], шизофрении [14, 21-27] при эпилепсии [28-41], при болезни Крейцфельда-Якоба [42], синдроме Альцгеймера [43-45], деменции и паркинсонизме [46], при формировании эмоционального стресса [47], септической энцефалопатии, расстройстве внимания. В этих работах было обнаружено значительное перераспределение нелинейно-динамических параметров биоэлектрической активности при возникновении патологии и измененных состояний мозга, зафиксировано изменение степени сложности и хаотичности соответствующих ритмов.

Следует отметить, что полученные в этих исследованиях результаты весьма противоречивы, еще отсутствует надежная методология исследования ЭЭГ методами нелинейной динамики. Суммарная медленная биоэлектрическая активность, формирующая ЭЭГ, имеет весьма сложную пространственно-временную структуру и представляет собой суперпозицию сигналов, приходящих в ту или иную точку из разных областей коры головного мозга и подкорковых образований, выполняющих в данный момент разные, в том числе не связанные между собой, функции. Очевидно, что непосредственный анализ «хаотичности» такого сигнала затруднителен и не в полной мере надежен [48], а применяемое «частотное» разделение ЭЭГ-сигнала на диапазоны далеко не всегда

эффективно. Ситуация дополнительно усложняется тем обстоятельством, что ЭЭГ-сигнал имеет «сегментный» характер строения [49], вызванный, по-видимому, «переключениями» между аттракторами. Это приводит к нарушению условия стационарности и не позволяет использовать для анализа параметров хаоса достаточно длинные промежутки времени. Что касается традиционного метода спектрального анализа ЭЭГ, то он не обладает, по нашему мнению, достаточной информативностью и уже практически исчерпал свои возможности [50].

В данной работе нами предложен новый подход к анализу ЭЭГ-сигнала, объединяющий традиционные методы корреляционного и спектрального анализа с новыми технологиями. Суть нового подхода заключается в следующем: на первом этапе предварительно выявляются методами линейного многомерного спектрального анализа области полушарий мозга и подкорковые структуры, временно вовлеченные в ту или иную функциональную систему (по П. К. Анохину) для реализации определенного поведенческого акта [72, 50]. На втором этапе — проводится анализ нелинейно-динамических параметров этих церебральных образований с позиций теории детерминированного хаоса.

## Постановка задачи

### Описание и оценка детерминированного хаоса по ЭЭГ в нейродинамических системах

Мы исходим из того, что деятельность мозга может быть описана в рамках диссипативных систем [69]. Наличие детерминированного хаоса в таких системах можно установить, измеряя любую из динамических переменных [51] и при этом, в частности, [52, 53] можно оценить:

- размерность реконструкции (размерность вложения аттрактора) — ее величина позволяет судить о том, как много компонентов формируют исследуемую нейродинамическую систему;
- корреляционную размерность (нижнюю границу размерности Хаусдорфа),

которая является характеристикой «сложности» динамической системы мозга.

- старший показатель Ляпунова (максимальную экспоненту Ляпунова), являющийся характеристикой «хаотичности» поведения динамической системы мозга;
- нижнюю границу энтропии Колмогорова-Синая (корреляционную энтропию), показывающую степень «предсказуемости» протекающих в мозгу процессов;
- энтропию Колмогорова-Синая, характеризующую скорость потери динамической системой информации, позволяющую оценить промежуток времени, на который можно сделать прогноз поведения нейродинамической системы.

Однако применение известных алгоритмов [см., например, 52–63] для обработки ЭЭГ сопряжено с рядом принципиальных трудностей, и получаемые результаты зачастую оказываются недостаточно точными и достоверными, а их интерпретация вызывает сомнение.

### Выявление по ЭЭГ образований мозга, вовлеченных в исследуемую системную деятельность

Как известно, ЭЭГ отражает множество протекающих в мозгу процессов, в том числе и никак не связанных между собой. Практически, единственным способом, применяющимся для их разделения к настоящему времени методом является метод частотной фильтрации сигнала путем его пропускания через соответствующий полоснопропускающий цифровой фильтр. Для этой цели, как правило, применяются синусные фильтры Баттеруорта высоких порядков [65]. Обычно рассматривают пять частотных поддиапазонов:  $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$  (иногда  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ),  $\beta_1$  и  $\beta_2$  и исследуют параметры хаоса отдельно в каждом поддиапазоне [60]. Следует отметить, что деление ЭЭГ на частотные поддиапазоны носит достаточно условный характер и четкой грани между поддиапазонами нет. Это, естественно, может приводить к искажению получаемых результатов. Мы полагаем, что добиться качественных результатов восстановления параметров хаоса можно, используя тот факт, что при формировании функциональных систем (по П. К. Анохину) в процессе интегративной деятельности структуры, которые в них вовлекают-

ся, имеют общие черты организации (частотные и фазовые параметры) [72, 50]. Поэтому биоэлектрическая активность, регистрируемая с таких структур оказывается «схожей». Следовательно, выявив методами многомерного спектрального анализа возникшие пространственно-временные церебральные системы, можно в определенной мере «избавиться» при восстановлении параметров хаоса от влияния не характерных для изучаемого процесса «побочных» очагов возбуждения и добиться, таким образом, повышения точности и достоверности получаемых результатов.

### Проблема выбора эпохи ЭЭГ достаточной величины

Этот подход, однако, еще не устраняет все трудности, возникающие при восстановлении параметров хаоса в ЭЭГ. Как известно, если исследуемый ЭЭГ сигнал стационарен, т.е. отвечает стабильному состоянию испытуемого, то он и эргодичен. Достаточным условием эргодичности является стремление к нулю автокорреляционной функции при увеличении временного сдвига, что характерно для ЭЭГ [64]. Поэтому всю необходимую информацию для анализа можно получить по одной реализации ЭЭГ, что, собственно, и делает возможным применение этого метода. Однако, суммарная биоэлектрическая активность, как правило, (кроме некоторых случаев болезненного состояния мозга), отличается высокой сложностью и, потому короткий участок ЭЭГ не позволяет надежно восстановить параметры хаоса. ЭЭГ всегда в той или иной мере искажается естественными неконтролируемыми колебаниями состояния испытуемого. Из этого следует, что не удастся выделить достаточно длинный безартефактный участок ЭЭГ, соответствующий исследуемому и стабильному состоянию мозговой деятельности (особенно для детей и психически больных испытуемых). Можно предполагать, что на достаточно длинной записи ЭЭГ всегда найдется несколько подходящих для исследования участков. Наш подход к повышению точности и достоверности получаемых результатов состоит в том, чтобы, применяя подходящие критерии, выделить эти участки, и вместо использования их для восстановления параметров хаоса, скорректировав соответствующим образом известные алгоритмы.

## Предлагаемые методы

### Тест стационарности сигнала

Тест стационарности сигнала той или иной природы основывается на том факте, что нестационарные свойства сигнала, как правило, описываются медленными изменениями среднего значения квадрата величины сигнала, который равен значению автокорреляционной функции в нуле. Маловероятно, чтобы нестационарный сигнал  $x(t)$  обладал автокорреляционной функцией

$$R(t) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T x(\tau)x(t+\tau)d\tau,$$

зависящей от  $\tau$  при всех значениях  $t$ , кроме  $t=0$ . Поэтому для выделения стационарного участка необходимо, предварительно исключив артефактные участки, запись ЭЭГ разбить на интервалы и для каждого такого интервала вычислить средние значения квадрата сигнала. В границах стационарного участка они сохраняют почти постоянное значение, причем одному и тому же состоянию испытуемого будут отвечать участки с одним и тем же средним значением квадрата сигнала. Мы полагаем, что стационарность следует проверять для выделенного частотного поддиапазона, т.к. может оказаться, что сигнал является стационарным в одном частотном поддиапазоне и нестационарным в другом. Выбрать необходимую продолжительность интервалов, на которые следует разбивать запись ЭЭГ, можно ориентируясь на приведенные в [66] аппроксимации автокорреляционных функций ЭЭГ сигналов экспоненциально затухающими колебаниями  $R(t)=R(0)e^{-\alpha t}\cos vt$ . Необходимо использовать и приведенные там же типичные значения коэффициентов затухания и соответствующие частоты.

### Выявление церебральных образований, имеющих общие черты организации

После выбора стационарного участка ЭЭГ для исследования необходимо решить задачу поиска «похожих» сигналов.

Для этого нами был разработан системный подход, состоящий из набора алгоритмов информационных технологий на основе многомерного спектрального анализа ЭЭГ и реализованный в системе компьютерной ЭЭГ *NeuroResearcher® 1990-2007* [50, 64, 68, 72]. Этот подход позволяет на первом этапе выявить корковые и подкорковые образования мозга, временно вовлеченные в ту или иную функциональную систему. На втором этапе — произвести «блокаду влияний» других систем мозга. На третьем этапе — выявить «вклад» отдельных отобранных структур в исследуемую системную деятельность и, таким образом, выявить реальную архитектуру изучаемой функциональной системы.

Определив в множестве сигналов, поступающих от разных отведений, те, которые наиболее «похожи» на сигнал и имеют с ним схожие черты организации и реальную «физическую» связь, выделим *вовлеченные в интеграцию с интересующей нас областью мозга корковые и подкорковые образования*. Понятно, что полученная нейродинамическая структура, временно вовлеченных в системную деятельность образований, меняется, но она, по-видимому, относительно стабильна в пределах небольших промежутков времени (несколько секунд, 20–35 с) и в *стандартных частотных поддиапазонах*. Поэтому мы рассматриваем функции множественной когерентности, усредненные в пределах каждого частотного поддиапазона.

### Выделение «основного» сигнала системы

Определив архитектуру исследуемой функциональной системы, необходимо выделить «основной» сигнал этой системы. Для этого воспользуемся известным методом Карунена-Лоэва [69]. С этой целью представим сигналы  $y_j(t)$ ,  $j=i_1, \dots, i_m$ , поступающие от отведений, соответствующих выделенным церебральным образованиям, в виде

$$y_j(t) = \sum_{s=1}^m \zeta_s(t) \cdot v_j^s$$

и определим амплитуды  $\zeta_s(t)$ , которые мы в дальнейшем и будем исследовать, и моды  $v_j$  так, чтобы минимизировать среднюю ошибку разложения

$$E = \frac{1}{T} \int_0^T \sum_{j=i_1}^{i_m} \left( y_j(t) - \sum_{s=1}^m \zeta_s(t) \cdot v_j^s \right)^2 dt,$$

где  $T$  — интервал измерения.

Задача сводится [60] к поиску собственных чисел (интерес представляет максимальное собственное число) и собственных векторов матрицы

$$R_{ij} = \frac{\int_0^T y_i(t)y_j(t)dt}{\int_0^T \sum_{j=1}^m y_j^2(t)dt}$$

Компоненты собственных векторов совпадают с искомыми модами, а ошибка имеет вид

$$E = 1 - \sum_{s=1}^m \lambda_s.$$

Обычно разложение Карунена-Лоэва применяют сразу к сигналам от всех отведений (в этом случае не ограничиваются только одним членом разложения). Полученное разложение, как известно, характеризует количество параметров порядка — основных паттернов ЭЭГ и позволяет выяснить частоту их появления (но не динамику параметров порядка), так как нет гарантии того, что амплитуды в разложении Карунена-Лоэва тождественны параметрам порядка или амплитудам подчиненных мод [69].

Заметим, что число членов разложения Карунена-Лоэва ЭЭГ, как правило, не велико [60], но одним членом разложения все же ограничиться не удастся. Это связано с тем, что в разложении присутствуют сигналы, поступающие от разных, не связанных между собой, структур (даже если рассматривается отдельный частотный поддиапазон). В данном же случае, так как мы применяем разложение Карунена-Лоэва к сигналам от отведений только вовлеченных в исследуемую функциональную систему образований, и, следовательно, эти сигналы «похожи», все определяется только одним первым членом разложения.

### Реконструкция аттрактора исследуемой нейродинамической системы

Мы исходим из предположения, что выделенный «основной» сигнал исследуемой функциональной системы описывается некоторой динамической системой и анализируемый сигнал  $x(t)$ , представляет собой одну из динами-

ческих переменных, т.е.  $x(t) = x_i(t)$  при некотором  $i = (1 \leq i \leq n)$ .

Идея реконструкции заключается в построении по временному ряду  $\{x_j\}_{j=1, \dots, \infty}$ , полученному в результате измерения через постоянные интервалы времени  $\tau$  сигнала  $x(t)$ , нового (реконструированного) аттрактора, обладающего теми же параметрами, что и исходный [51, 54]. Для этого построим смещенные  $m$ -мерные вектора  $\{z_j\}_{j=1, \dots, \infty}$ , где  $z_{j,k} = x_{j+d(k-1)}$ , а  $d$  – смещение. И воспользуемся тем, что, за редкими исключениями, при  $m \geq 2n+1$  и, вообще говоря, произвольном смещении  $d$  параметры реконструированного аттрактора в  $m$ -мерном пространстве  $Z$  совпадают с параметрами исходного аттрактора в  $n$ -мерном пространстве  $X$ .

Обычно требуемую *размерность реконструкции* устанавливают по стабилизации параметров аттрактора. Однако, из-за наличия тех или иных помех граница стабилизации иногда оказывается «размытой», что приводит к завышению размерности реконструкции.

Поэтому в данном случае целесообразно установить размерность реконструкции, вычисляя количество так называемых «ложных ближайших соседей», т.е. точек, «близких» в реконструкции размерности  $m$  и «далеких» в реконструкции размерности  $m+1$ . При этом используется тот факт, что при достижении нужной размерности реконструкции количество «ложных ближайших соседей» резко уменьшается. Этот прием обычно затруднительно использовать из-за отсутствия четкого критерия «близости» точек. Однако, в данном случае приходится иметь дело с реконструкцией значительного числа относительно близких по свойствам ЭЭГ аттракторов, поэтому критерий «близости» можно установить заранее.

Нелишне напомнить, что, по сути, нет необходимости устанавливать минимальную размерность реконструкции – нужно лишь, чтобы выбранная размерность реконструкции была не меньше минимальной. Поэтому можно заранее установить достаточную размерность реконструкции типичных для рассматриваемой ситуации ЭЭГ аттракторов и использовать ее в расчетах.

## Выбор величины смещения

Однако, как известно, успех реконструкции зависит от удачного выбора *величины смещения* [61]. Обычно используют следующие соображения [54]: если компоненты реконструированных

векторов «независимы друг от друга», то можно ожидать, что они будут нести «наибольшее количество информации об аттракторе». Простейший способ добиться такой независимости – это выбрать смещение  $d$  близким к первой нулю автокорреляционной функции.

Другая методика основана на теории информации – смещение выбирают так, чтобы каждый следующий реконструируемый вектор добавлял наибольшую информацию об аттракторе. Заметим, что в редких случаях может оказаться так, что автокорреляционная функция не имеет нулей, а функция взаимной информации – минимума, тогда при выборе смещения следует просто ограничиться достаточным убыванием этих функций. Чаще ноль или минимум есть, но в качестве смещения они не всегда оказываются оптимальными [54].

Нами разработана новая методика [61], базирующаяся на *оценке «формы» реконструируемого аттрактора* – смещение выбирают так, чтобы размеры реконструированного аттрактора по всем осям было по возможности близки. С этой целью для данной размерности вложения  $m$  строят ковариационную матрицу  $C$  размерностью  $m \times m$  для матрицы, строками которой служат вектора  $\{z_j\}_{j=1, \dots, K}$

$$c_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (z_{k,i} - z_i)(z_{k,j} - z_j),$$

где  $z_j = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K z_{i,j}$  – средние значения

исходной матрицы по столбцам. Далее находят спектр собственных значений матрицы  $C$  (так как ковариационная матрица симметричная, то ее спектр вещественный), выбирают минимальное  $\lambda_{min}$  и максимальное  $\lambda_{max}$  собственное значения и определяют смещение  $d$  из условия максимума отношения

$$\frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}},$$

которое, очевидно, характеризует степень отклонения реконструированного аттрактора от «сферической» формы. Отличительной чертой данной методики является тот факт, что величина смещения оказывается зависящей от рассматриваемой размерности вложения и, как показали численные эксперименты, это позволяет ощутимо улучшить качество реконструкции.

Известно, что если окно реконструкции  $w = (m-1)d$  слишком мало, то образ аттрактора оказывается «спрессованным» вдоль некоторых направлений, поэтому для изучения деталей необхо-

димо различать очень мелкие масштабы и, следовательно, нужны большие выборки и отсутствие помех. Если окно реконструкции слишком велико, то образ аттрактора подвергается «растяжению и складыванию» и снова необходимо различать очень мелкие масштабы, иначе реконструкция может выглядеть как объект большей размерности, чем на самом деле [54]. Поэтому необходимо учитывать ограничения на величину окна реконструкции при определении задержки (практически можно исходить из первого (локального) максимума отношения  $\frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}}$ ).

## Определение параметров хаоса неэродинамической системы

Мерой пространственной неоднородности аттрактора служит его Хаусдорфова *размерность*. Если для того, чтобы покрыть аттрактор в  $m$ -мерном фазовом пространстве, требуется  $K(\epsilon)$   $m$ -мерных ячеек со стороной  $\epsilon$ , причем  $K(\epsilon) \sim \epsilon^{-D}$  при  $\epsilon \rightarrow 0$ , то показатель  $D$  и называется Хаусдорфовой размерностью аттрактора. Численное определение Хаусдорфовой размерности путем покрытия фазового пространства множеством ячеек и подсчета числа точек, попадающих в выбранную ячейку практически невозможно для аттракторов больших размерностей. В тоже время размерность ЭЭГ аттракторов (кроме болезненных состояний мозга, например, в случае эпилептического припадка) обычно достаточно велика. Поэтому будем использовать оценку Хаусдорфовой размерности снизу, которую можно получить, вычислив *корреляционную размерность аттрактора*  $D_2 \leq D$  [70]

$$D_2 = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{\ln \left( \sum_{i=1}^{\infty} p_i^2 \right)}{\ln \epsilon},$$

где  $p_i$  – вероятность попадания точки аттрактора в  $i$ -ю ячейку.

Определим корреляционную сумму формулой

$$C(K, m, \epsilon) = \frac{1}{K^2} \sum_{i,j=1}^K \theta \left( \epsilon - |Z_i - Z_j| \right),$$

где  $\theta$  – функция Хевисайда,  $K$  – число рассматриваемых точек, а

$$|Z_i - Z_j| = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (z_{i,k} - z_{j,k})^2}, \text{ тогда [70]}$$

$$D_2 = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{\ln C(K, m, \varepsilon)}{\ln \varepsilon}, \quad m \geq 2n + 1.$$

Однако вычисление корреляционной размерности  $D_2$  также сопряжено трудностями. Вследствие того, что длина рассматриваемого ряда ограничена, не удастся рассмотреть ячейки слишком малого размера, так как невозможно оценить вероятности попадания в них точек аттрактора. Причина этого в том, что в каждую ячейку попадет всего несколько точек. Кроме того, в этом случае обычно велико влияние погрешности измерений. В то же время, если размер ячеек будет недостаточно мал, то не удастся выявить структуру аттрактора.

Известно, что реально определить структуру аттрактора можно только при наличии выборки достаточной длины (конечно, если этому не помешают шумовые эффекты). В общем случае, трудности могут возникнуть, если нарушается неравенство [54]  $m < (1+2)\lg N$ , где  $m$  – размерность фазового пространства, а  $N$  – длина выборки.

### Использование нескольких участков ЭЭГ для восстановления параметров аттрактора

Многочисленные расчеты показывают, что с достаточной точностью и достоверностью структура аттракторов, характерных для ЭЭГ сигналов может быть восстановлена по стационарному участку ЭЭГ продолжительностью 60–90 с. В то же время из практики электроэнцефалографии известно, что, в основном, продолжительность стационарного участка ЭЭГ редко превышает (20÷30). Таким образом, важность использования нескольких участков ЭЭГ для восстановления параметров аттрактора становится очевидной.

Практически для вычисления корреляционной размерности при заданной размерности вложения вычисляются корреляционные суммы и рассматривают зависимость тангенса угла наклона кривой  $f = \ln C(K, n, \varepsilon)$  от величины  $\varepsilon = \ln \varepsilon$ . На этой кривой можно выделить несколько областей [54]. В первой – размеры ячеек слишком малы, что не позволяет оценить вероятности попадания в них точек аттрактора. Во второй – выборка недостаточна, чтобы передать структуру аттрактора и, кроме того, в этой области обычно существенна точность, с которой известны точки аттрактора. В третьей – точки кривой характеризуют структуру аттрактора, кривая  $f(\varepsilon)$  имеет прямолинейный участок (значение тангенса его наклона соответствует

размерности аттрактора). Заметим, что длина этого участка зависит от величины смещения и при неудачном выборе смещения прямолинейный участок может отсутствовать и размерность аттрактора восстановить не удастся. Наконец, в четвертой области размеры ячеек разбиения слишком велики и не позволяют выявить структуру аттрактора.

### Оценка энтропии Колмогорова-Синя

Для вычисления энтропии снова рассмотрим покрытие аттрактора ячейками со стороны  $\varepsilon$  и обозначим  $P_{i_0 \dots i_n}$  – вероятность того, что в момент времени  $t=0$  точка на фазовой траектории находилась в ячейке с номером  $i_0$ , в момент времени  $t=\tau$  – в ячейке с номером  $i_1$  и т.д. Энтропия Колмогорова-Синя для дискретных траекторий (временного ряда) характеризует скорость потери динамической системой информации, т.е. она позволяет оценить промежуток времени, на который можно сделать прогноз поведения нейродинамической системы, и определяется формулой

$$H = -\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{K\tau} \sum_{i_0 \dots i_K} P_{i_0 \dots i_K} \ln P_{i_0 \dots i_K}.$$

В случае регулярного движения энтропия равна нулю и время предсказуемости бесконечно. Энтропия положительна, когда в системе наблюдается динамический хаос – время предсказуемости в этом случае имеет конечную величину. Если динамику системы определяет случайный шум, то энтропия бесконечна и время предсказуемости равно нулю.

### Определение корреляционной энтропии

Численное определение энтропии Колмогорова-Синя путем покрытия фазового пространства множеством ячеек и подсчета вероятности попадания точек в выбранную последовательность ячеек затруднительно для аттракторов больших размерностей. Поэтому в некоторых случаях можно использовать оценку энтропии Колмогорова снизу, которую получают, определив корреляционную энтропию аттрактора  $H_2 \leq H$

$$H_2 = -\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \lim_{K \rightarrow \infty} \frac{1}{K} \ln \sum_{i_0 \dots i_K} P_{i_0 \dots i_K}^2$$

для вычисления которой пользуются формулой [70].

$$H_2 = \frac{1}{d\tau} \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \lim_{m \rightarrow \infty} \ln \frac{C(K, m, \varepsilon)}{C(K, m+1, \varepsilon)},$$

где  $d$  – выбранная для реконструкции задержка, а  $\tau$  – шаг дискретизации по времени. Часто в этой формуле используют не натуральный логарифм, а логарифм по основанию 2 – в этом случае энтропия будет выражена в  $\frac{\text{бит}}{\text{с}}$ .

Значение  $\varepsilon$  выбирают по результатам реконструкции аттрактора в области, где точки кривой  $f(\varepsilon)$  характеризуют структуру аттрактора. Иными словами, там, где кривая зависимости  $f = \ln C(K, m, \varepsilon)$  от величины  $\varepsilon = \ln \varepsilon$  имеет прямолинейный участок, а величину энтропии устанавливают по стабилизации значения отношения

$$\ln \frac{C(K, m, \varepsilon)}{C(K, m+1, \varepsilon)}.$$

Заметим, что для повышения точности вычисления корреляционной энтропии можно воспользоваться поправкой, вычитая из логарифма отношения корреляционных сумм  $\Delta D_2^{(m)} \ln \varepsilon$ , где  $\Delta D_2^{(m)}$  – погрешность в определении размерности аттрактора при его реконструкции в пространствах размерности  $m$  и  $m+1$ . Теоретически эта погрешность должна быть весьма малой при большой размерности реконструкции, но на практике во многих случаях ею пренебрегать нельзя.

### Максимальный показатель Ляпунова (максимальная экспонента Ляпунова)

Положительной энтропии соответствует неустойчивость каждой отдельной траектории – т.е. наличие экспоненциального «разбегания» траекторий. Для того чтобы описать ситуацию в целом вводят показатель Ляпунова

$$\lambda = \lim_{t \rightarrow \infty} \lim_{\Delta_0 \rightarrow 0} \frac{\ln |\Delta x(t)|}{t},$$

который, характеризует, как развивается вдоль траектории какое-то малое возмущение. Здесь  $\Delta x(t)$  – расстояние между рассматриваемой и близкой к ней траекториями в момент времени  $t$ , а  $\Delta_0$  – в начальный, нулевой, момент времени.

Ляпуновские показатели, количество которых, очевидно, соответствует размерности фазового пространства системы, как правило, не зависят от рассматриваемой траектории – на этом факте, собственно, и основаны методы их вычисления [54]. Прин-

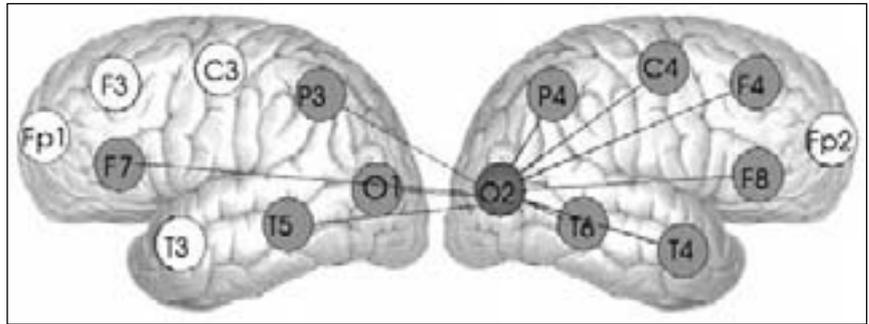
ципиальное значение имеет главный (максимальный) показатель Ляпунова, его положительность говорит о наличии хаотического движения и именно его, как правило, определяют. Для этого, обычно, используют двойное усреднение — сначала определяют локальный коэффициент «разбегания» близких траекторий в данной точке, а затем проводят усреднение по всем точкам [71]. Важно, что определение показателя Ляпунова по сравнительно коротким выборкам обычно дает более надежные результаты, чем определение энтропии.

## Результаты исследований

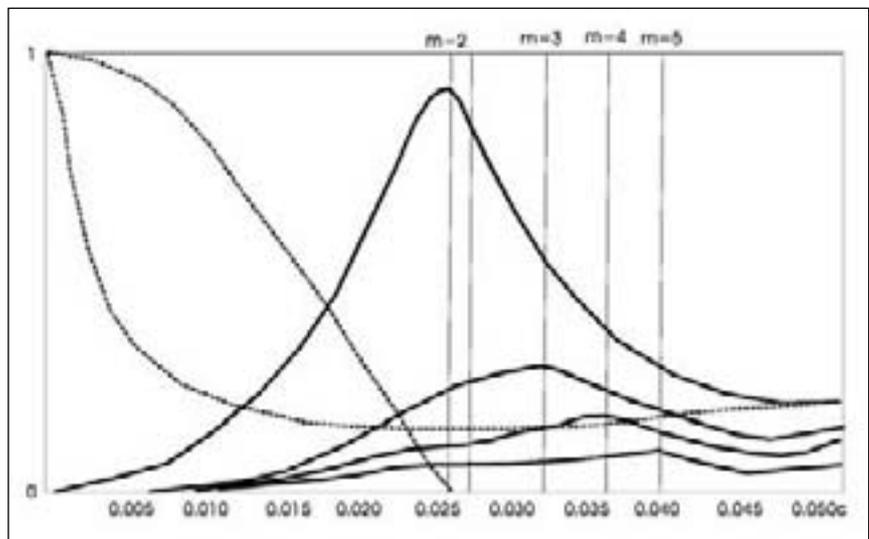
На рис.1 показана (для примера) церебральная система, состоящая из вовлеченных в исследуемую интегративную деятельность корковых образований, в  $\alpha$ -диапазоне, при выполнении здоровым испытуемым интеллектуальной нагрузки — «обратный счет в уме» (приведена структура в диапазоне). Уровень учитываемой когерентности принят равным 0.5. Исследуемым образованием мозга была правая затылочная область (O2). Заметим, что при переходе испытуемого в состояние спокойного бодрствования указанная система образований «рассыпается», что естественно, и сигнал от отведения O2 оказывается практически «не связанным» ни с каким другим сигналом.

На рис.2 продемонстрированы результаты определения смещения известными методами и методом, предлагаемого нами, для *нейродинамической системы, образованной, временно вовлеченными в системную деятельность структурами мозга*, приведенной на рис. 1. Видно, что смещение, определяемое по «форме» реконструируемого аттрактора, ощутимо зависит от размерности реконструкции. Однако, при малых размерностях реконструкции смещение оказывается близким к смещению, определяемому известными методами. Именно поэтому они и дают неплохие результаты в модельных примерах, где размерность фазового пространства невелика.

На рис. 3 и рис. 4 показаны результаты определения *корреляционной размерности и корреляционной энтропии* при *разных размерностях реконструкции* для ЭЭГ-аттрактора «основного» сигнала *нейродинамической системы*, образованной временно вовлеченными



**Рис. 1.** Церебральная система, состоящая из вовлеченных в исследуемую интегративную деятельность корковых образований, в  $\alpha$ -диапазоне, при выполнении здоровым испытуемым интеллектуальной нагрузки — «обратный счет в уме». Выходная структура исследуемой системы — отведение O2.



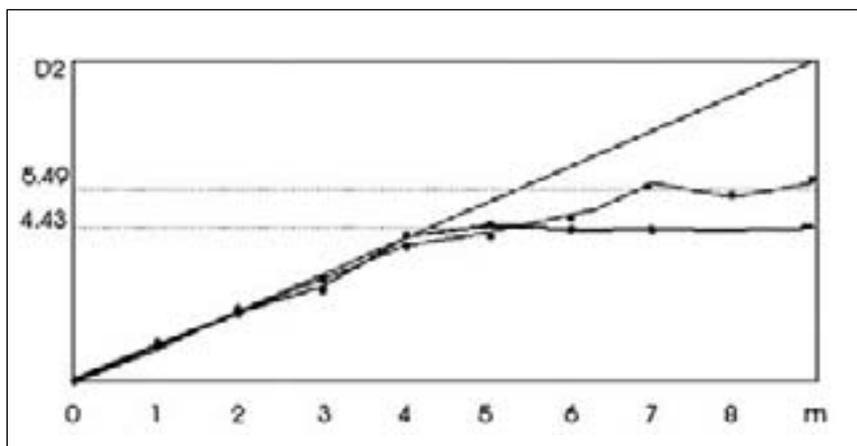
**Рис. 2.** Сравнительные результаты определения смещения разными методами.

(по оси абсцисс: величина смещения,  $m$  — размерность реконструкции (вложения); автокорреляционный метод — 0.025 с; метод взаимной информации — 0.027 с; 3–5. наш метод — определение смещения с помощью оценки размеров осей аттрактора — от 0.025 до 0.040 с, в зависимости от размерности реконструкции.

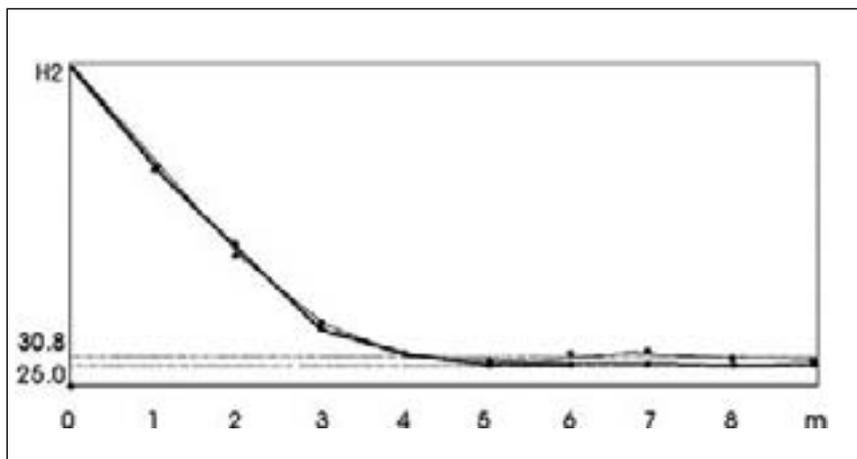
в системную деятельность структурами мозга (приведена на рис. 1), и ЭЭГ-аттрактора сигнала от отведения O2. Видно, что «насыщение» для одиночного сигнала с O2 наступает в районе размерности реконструкции, равной 9. Однако, это уже мало надежные результаты из-за ограниченности объема выборки. В то время «насыщение» для «основного» сигнала *нейродинамической системы* наступает уже при размерности реконструкции, равной 4–5 (что почти вдвое меньше). Это, очевидно, наиболее важный результат. Заметим,

что аналогичная ситуация наблюдалась и при вычислении *корреляционной энтропии*.

В данном примере размерность ЭЭГ-аттрактора «основного» сигнала *нейродинамической системы* оказалась несколько меньше, чем размерности ЭЭГ-аттрактора одиночного сигнала с O2 (соответственно 4.43 и 5.49). По нашему мнению увеличенная размерность аттрактора одиночного сигнала объясняется влиянием «помех» от других (не связанных с этим отведением) образований мозга. Похожие резуль-



**Рис. 3.** Определение корреляционной размерности аттрактора (по оси абсцисс:  $m$  — размерность вложения; по оси ординат: корреляционная размерность; тонкая линия — сигнал от отведения O2, толстая — «основной» сигнал нейродинамической системы, образованной временно вовлеченными в системную деятельность структурами мозга).



**Рис. 4.** Определение корреляционной энтропии аттрактора (по оси абсцисс:  $m$  — размерность вложения; по оси ординат: корреляционная энтропия; тонкая линия — сигнал отведения O2, толстая — «основной» сигнал нейродинамической системы).

таты получены для корреляционной энтропии (энтропия одиночного сигнала 30,8, а энтропия «основного» сигнала нейродинамической системы несколько меньше — соответственно 25). Это, видимо, также свидетельствует о наличии постороннего «шума» в одиночном сигнале.

## Заключение

Как следует из полученных результатов, предложенный нами метод восста-

новления аттрактора по «основному» сигналу нейродинамической системы, образованной группой церебральных образований временно вовлеченных в исследуемую интегративную деятельность, дает ощутимо лучшие результаты, чем ранее применяемые методы восстановления параметров хаоса по сигналу одного отведения. Влияние увеличения объема выборки за счет использования нескольких стационарных участков записи ЭЭГ сигнала влияет на улучшение точности и достоверности результатов расчетов проанализированных в нашей работе [48].

## Выводы

Предложен новый подход к исследованию биоэлектрической активности головного мозга человека и животных. Подход базируется на выявлении методами многомерного спектрального анализа пространственно-временных нейродинамических систем, образованных группой церебральных структур, временно вовлеченных в исследуемую интегративную деятельность в процессе жизнедеятельности и последующем анализе их нелинейно-динамических параметров с методами детерминированного хаоса. Комплексный набор перечисленных выше методов реализован в новой версии [48] программного комплекса для компьютерной ЭЭГ *NeuroResearch®-Chaos'2005-2007*. Программный комплекс использовался для исследований ЭЭГ животных (крысы), больных (шизофрения, неврозы) и здоровых испытуемых — курсанты летного училища, и позволил существенно повысить точность и достоверность получаемых результатов, а также обеспечить должное качество их интерпретации [8, 9, 22, 47].

## Литература

1. Гласс Л., Мэки М. От часов к хаосу. Ритмы жизни. — М., Мир, 1991.
2. Анищенко В. С. Сложные колебания в простых системах. — М., Наука, 1990.
3. Анищенко В. С., Нейман А. Б. Увеличение длительности корреляций при перемежаемости типа «хаос-хаос». — Письма в ЖТФ 17, с. 1063–1066 (1987).
4. Анищенко В. С., Нейман А. Б. Статистические свойства перемежаемости в квазигиперболических системах. — ЖТФ 60(1), 3, с.3–14 (1990).
5. Кифер Ю. И. О малых случайных возмущениях некоторых гладких динамических систем. — Изв. АН СССР, сер. Мат., 38, с.1091–1115 (1974).
6. Вул Е. Б., Синай А. Г., Ханин К. М. Универсальность Фейгенбаума и термодинамический формализм. — УМН, 39 (3), с.3–37 (1984).
7. Анищенко В. С. Разрушение квазипериодических колебаний и хаос в диссипативных системах. — ЖТФ, 56, с. 225–237 (1986).
8. Майоров О. Ю., Фрицше Л. Н. и др. Оценка динамических систем мозга в состоянии спокойного бодрствования и при интеллектуальной нагрузке на основе энтропии Колмогорова-Синая по ЭЭГ. — Ж. Эксп. і клін. мед. 3, с.143–148 (2006).
9. Майоров О. Ю., Фрицше Л. Н., Фрицше М. Оценка энтропии Колмогорова-Синая по ЭЭГ у здоровых мужчин с различной степенью общей тре-

- возности. – Вестник Нац. Ун-та им. В. Н. Каразина, Сер. «Биология», 4, с.66–72 (2006).
10. Lutzenberger, W., Elbert, T., Birbaumer, N., Ray, W. J., Schupp H. The scalp distribution of the fractal dimension of the EEG and its variation with mental tasks. – *Brain Topogr.* 5, p.27–34 (1992).
  11. Babloyantz A., Salazar, J. M. and Nicolis C. Evidence of chaotic dynamics of brain activity during the sleep cycle. – *Phys. Lett.*, 111A, p.152–56 (1985).
  12. Gallez D. and Babloyantz A. *Biol Cybern* 64, p.381–391 (1991).
  13. Fell J., Roschke J., Mann J. K. and C. Schaffner. Discrimination of sleep stages: a comparison between spectral and nonlinear EEG measures. – *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 98, p.401–410 (1996).
  14. Roschke J. and J. B. Aldenhoff. Estimation of the dimensionality of sleep EEG data in schizophrenics. – *European Archives of Psychiatry & Clinical Neuroscience*, V. 242. N4. p.191–196 (1993).
  15. Roschke, J., Fell, J. and Beckmann, P. The calculations of the first Lyapunov exponent in sleep EEG data. – *Clin. Neurophysiol.* 86, p.348–352 (1993).
  16. Röschke J., Basar E. Correlation dimensions in various parts of the cat and human brain in different states. – *Brain Dynamics Springer-Verlag*, p.131–148 (1989).
  17. Röschke, J., Fell, J. and Beckmann, P. Non-linear analysis of sleep EEG data in schizophrenia. – *Psychiatr. Res.*, 56, p.257–269 (1995).
  18. Van den Broek P. L. C., Van Egmond J., Van Luijtelaar, E. L. J. M. and Dirksen, R. Chaos in the EEG as a measure of sleep wake states in rats. – *Sleep-wake research in the Netherlands*, 7, p.33–36 (1996).
  19. Liberson W. T. The electrophysiology of intellectual functions. – *Basel: Karger*, p.153–176 (1985).
  20. Crawford H. J., Clarke S. W. and Kitter-Triolo M. self-generated happy and sad emotions in low and highly hypnotizable persons during waking and hypnosis. – *Int. J. Psychophysiol.* 24, p.239–266 (1996).
  21. Mayorov O. Yu., M. Fritzsche, A. Glukhov, D. W. Sleduk, S. M. Kosidubova, L. N. Timchenko. Molecular and non-linear electroencephalographic basis underlying the integration between dopaminergic and cannabinoid transmission — the missing link between cannabis psychosis and schizophrenia. – *Abstracts from XXIV Congress of Collegium Internationale Neuro-psychopharmacologicum (CINP)*. Paris (2004).
  22. Mayorov O. Yu., M. Fritzsche, L. Fritzsche, S. Kosidubova, A. Glukhov. Asymmetric Processing of Information in Development, Evolution and Psychopathology. Special Issue on «Cognition, Brain, Behavior». (2006).
  23. Mayorov O. Yu., Fritzsche M., Glukhov A. and oth. Disfunctional information processing during acute psychosis. — 12th AEP Congress. Association of European Psychiatrists. Geneva. Switzerland. (2004).
  24. Fritzsche M., Mayorov O. Yu., A. Glukhov, and oth. Anandamide included model-psychosis assessed by non-linear EEG analysis. – *Journal BMC Psychiatry (e-Journal)*, (2003).
  25. Lutzenberger, W., Stevens, A. and Bartels, M. Do schizophrenics differentiate between perception and imagination. – *Neurosci. Lett.*, 199, p.119–122 (1995).
  26. Dai-Jin Kim, Jaeseung Jeong, Jeong-Ho Chae, Seongchong Park, Soo Yong Kim, Hyo Jin Go, In-Ho Paik, Kwang-Soo Kim, Bomoon Choi. An estimation of the first positive Lyapunov exponent of the EEG in patient with schizophrenia. – *Psychiatry Research: Neuroimaging Section* 98, p.177–189 (2000).
  27. Elbert T., Ray W. J., Kowalik Z. J., Skinner J. E., Graf K. E. and Birbaumer N. chaos and physiology. – *Phys. Rev.*, V.74. N.1, p.1–47 (1994).
  28. Theiler J. On the evidence for low-dimensional chaos in an elipetic EEG. – *Phys. Lett. A* 196, p.335 (1995).
  29. Andrzejak R., Widman G., Lehnertz K., David P., Elger C. E. Fraction of nonlinear determinism in intracranial eeg recordings allows focus lateralization in mesial temporal lobe epilepsy. – *Epilepsia* 39 Suppl 6, p.206 (1998).
  30. Babloyantz A. and Destexhe A. Low-dimensional chaos in an instance of epilepsy. – *Proc. Nat. Acad. Sci.* 83, p.3513–3517 (1986).
  31. Casdagli M. C., Iasemidis L. D., R. S. Savit, R. L. Gilmore, S. Roper, and J. C. Sackellares. Non-linearity in invasive EEG recording from patients with temporal lobe epilepsy. – *Clin. Neurophysiol.* N102, p.98–105 (1997).
  32. Le Van Quyen M., J. Martinerie, C. Adam, and F. J. Varela. Nonlinear analyses of interictal EEG map the brain interdependencies in human focal epilepsy. – *Physica D*, 127:250, p.127–250 (1999).
  33. Lehnertz K. and C. E. Elger. Neuronal complexity loss in temporal lobe epilepsy – *Clinical Neurophysiology*, 103:376, p.376 (1997).
  34. Lehnertz K. Non-linear time series analysis of intracranial eeg recordings in patients with epilepsy. – *International Journal of Psychophysiology*. N 34, p.45–52 (1999).
  35. Quiñero R., J. Arnhold, K. Lehnertz, and P. Grassberger. Kulback-Leibler and Renormalized Entropy. – *V2. Physics*, p.1–5 (1999).
  36. Weber B., Lehnertz K., Elger C. E., Wieser H. G. Neuronal complexity loss in interictal EEG recorder with foramen ovale electrodes predicts side of primary epileptogenic area in temporal lobe epilepsy. – *Epilepsia*. V.39, p.922–927 (1998).
  37. Widman G., Lehnertz K., Elger C. E. CPLXMON, a system for real-time.... – *Epilepsia* 36 Suppl. 4, 5 (1995).
  38. Beldhuis H. J., Suzuki, T., Pijn, J. P., Teisman, A., Lopes da Silva, F. H., Bohus, B. Propagation of epileptiform activity during development of amygdale kindling in rats. – *Eur. J. Neurosci.* 5, p.944–954 (1993).
  39. Iasemidis, L. D., Principe, J. C., Czaplinski, J. M., Gilmore, R. L., Roper, S. N., Sackellares, J. C. In: Lopes da Silva, F. H., Principe, J. C., Almeida, L. B. Eds., *Spatiotemporal Models in Biological and Artificial Systems*. IOS Press. Amsterdam, p.81–88 (1997).
  40. Lopes da Silva, F. H., Pijn, J. P., Wadman, W. J. Dynamics of local neuronal networks. – *Prog. Brain Res.* 102, p.359–370 (1994).
  41. Pijn, J. P., Velis, D. N., van der Heyden, M. J., DeGoede, J., van Veelen, C. W., Lopes da Silva, F. H. Nonlinear dynamics of epileptic seizures on basis of intracranial EEG record. – *Brain Topogr.* V.9 (1997).
  42. Stam, C. J., van Woerkom, T. C., Pritchard, W. S. Use of nonlinear eeg measures to characterize eeg changes during mental activity. – *Clin. Neurophysiol.* 99, p.214–224 (1996).
  43. Pritchard, W. S., Duke, D. W., Coburn, K. L., & Robinson, J. H. Nonlinear dynamical EEG analysis applied to nicotine psychopharmacology and Alzheimers disease. – *The biology of nicotine: Current research issues*, New York: Raven Press, p.195–214 (1992).
  44. Pritchard, W. S., Duke, D. W., Coburn, K. L., Moore, N. C. and Tucker, K. A. In: B. H. Jansen and M. E. Brandt (Eds). *Nonlinear dynamical analysis of the EEG. – Nonlinear Dynamical Analysis of the EEG*. World Scientific, Singapore, p.165–168 (1993).
  45. Jaeseung, J., Jeong-Ho C., Kim, S. Y. & Seol-Heui, H. Nonlinear dynamical analysis of the EEG in patients with Alzheimers disease and vascular dementia. – *Clin. Neurophysiol* 18(1), p.58–67 (2001).
  46. Stam C. J., Jelles, B., Achtereekte, H. A. M., Rombouts, S. A. R. B., Slaets, J. P. J., Keunen, R. W. M. In vestigation of EEG nonlinearity in dementia and Parkinsons disease. – *EEG Clin. Neurophysiol.* N95, p.309–317 (1995).
  47. Майоров О. Ю., Вязовская О. В. Влияние остроого и эмоционального хронического стресса на уровень энтропии Колмогорова-Синая ЭЭГ крыс в условиях иммобилизации. – *Ж. Экспериментальна і клінічна медицина*. №4, с.32–47 (2006).
  48. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. О вычислении параметров детерминированного хаоса при исследовании биоэлектрической активности мозга. – *Ж. Клин. Информ. и Телемед.* Т.3. № 4, с.37–46 (2006).
  49. Каплан А. Я. Нестационарность ЭЭГ: методологический и экспериментальный анализ. – *Успехи физиологических наук*, т.29, N 3, с.35–55 (1998).
  50. Mayorov O. Yu. Multidimensional approach for evaluation of system activity of the brain by EEG – *XXII European Congress on Medical Informatics*. IOS Press. V.90 (2002) p.
  51. Takens F. In: Rand DA and Young LS, eds. *Dynamic Systems and Turbulence*.

- Lecture Notes in Mathematics. V 898. Heidelberg: Springer-Verlag, p.360-381 (1981).
52. Grassberger P, Procaccia I. Measuring the strangeness of strange attractors. - *Physica D* 9, p.189-208 (1983).
  53. Grassberger P. and Procaccia I. Characterization of strange attractors. - *Phys. Rev. Lett.* 50, p.346-349 (1983).
  54. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. Современные проблемы нелинейной динамики. - М., 2002.
  55. Kantz H., J. Kurths, G. Mayer-Kress. eds. Chaotic measures and real-world system. - *Nonlinear Analysis of Physiological Data* Springer, p.49-66 (1998).
  56. Kantz H. and T. Schreiber, *Nonlinear Time Series Analysis*. New York, NY: Cambridge University Press (2000).
  57. Theiler J., Estimating fractal dimension, *J. Opt. Soc. Amer. A* 7, p.1055 (1990).
  58. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б. О вычислении размерности странных аттракторов. - *Журнал выч. мат. и мат. физ.*, т.28, N7 (1988).
  59. Майоров О. Ю. Новые подходы к оценке функциональной асимметрии мозга на основе много размерного линейного и нелинейного анализа. - *Материалы международной украино-российской конференции «Асимметрия мозга и поведение человека»*. МАУП. Киев (2005).
  60. Майоров О. Ю., Фенченко В. Н. Некоторые аспекты применения разложения Карунена-Лоэва для анализа пространственно-временных структур ЭЭГ. - *Ж. Клин. Информ. и Телемед.* Т.2. № 1, с.26-31 (2005).
  61. Майоров О. Ю., Глухов А. Б., Фенченко В. Н. Реализация метода смещения с помощью оценки размерностей аттрактора динамической системы мозга. - *Кибернетика и вычислительная техника*. Вып. 153. - с.3-11 (2007).
  62. Mayorov O. Yu., Fritzsche M., Kosidubova S. M., Glukhov A. B., Prognimak A. B. *Proceedings of 2nd European Congress «Achievements in space medicine into health care practice and industry»*. Pabst Science Publishers, Berlin (2003).
  63. Mayorov O. Yu., M. Fritzsche, A. B. Glukhov, D. W. Sleduk. V.91. IOS Press. In Series: Studies in Health Technology and Informatics. The New Navigators: from Professionals to patients. *Proceedings of MIE'2003, XIII European Congress on Medical Informatics*. (2003).
  64. Бендат Дж., А. Пирсол. Измерение и анализ случайных процессов. - М., Мир, 1974.
  65. Отнес Р., Эноксон Л. Прикладной анализ временных рядов. - М., Мир, 1982.
  66. Майоров О. Ю., А. Б. Глухов. Ошибки спектральных оценок при исследовании биоэлектрической активности мозга. - *Кибернетика и выч. техника*, вып.132, с.80-93 (2001).
  67. Сб. Вероятностные методы в вычислительной технике. - М., Высшая школа, 1986.
  68. Афифи А. А., Эйзен С. Статистический анализ. - М., Мир, 1982.
  69. Хакен Г. Принципы работы головного мозга. - М.: ПЕР СЭ, 2001.
  70. Шустер Г. Детерминированный хаос. - М., 1988.
  71. Ershov S. V., A. B. Potapov. On the concept of stationary lyapunov basis. - *Physica. D.* p.118 (1988).
  72. О. Ю. Майоров. Новый многомерный вторичный показатель ЭЭГ (ЭСКОГ) для количественной оценки некоторых фундаментальных свойств интегративной деятельности мозга в условиях эмоционального стресса. В кн. *Эмоциональный стресс: физиологические и медико-социальные аспекты*. /Ред. К. В. Судаков, Ф. П. Ведяев, О. Ю. Майоров, Харьков, Прапор, 1990. 107 с.

### Researching of the brain bioelectrical activity from positions of multidimensional linear and nonlinear EEG analysis

© O. Yu. Mayorov<sup>1,2,3</sup>, V. N. Fenchenko<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Medical Informatics and Telemedicine LTD, Kharkiv, Ukraine  
<sup>2</sup>Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ministry of Health of Ukraine  
<sup>3</sup>Institute of Children and Adolescents Health Protection, Academy of Medical Science of Ukraine, Kharkiv  
<sup>4</sup>Institute of the Low Temperatures, National Academy of Ukraine, Kharkiv

#### Abstract

The new approach for researching of a man and animals brain bioelectrical activity, basing on revealing by methods of a multidimensional spectral analysis of regions of hemispheres and the subcortical structures temporarily involved in this or that functional system (by P. K. Anokhin) for realization of behavioral acts, and the subsequent analysis of their nonlinear-dynamic parameters from the position of the deterministic chaos theory, realized in the system for computer EEG (qEEG) **NeuroResearcher® '2005-2007** is offered.

**Key words:** qEEG, multi-dimensional spectral analysis, nonlinear analysis, deterministic chaos, system for qEEG **NeuroResearcher® '2005-2007**.

### Дослідження біоелектричної активності мозку з позицій багаторозмірного лінійного і нелінійного аналізу ЕЕГ

© О. Ю. Майорів<sup>1,2,3</sup>, В. М. Фенченко<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>Інститут медичної інформатики і Телемедицини, Харків, Україна

<sup>2</sup>Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України, Харків

<sup>3</sup>Інститут охорони здоров'я дітей і підлітків АМН України, Харків

<sup>4</sup>Інститут низьких температур НАН України, Харків

#### Резюме

Запропоновано новий підхід до дослідження біоелектричної активності мозку людини і тварин, що базується на виявленні методами багаторозмірного спектрального аналізу областей півкуль мозку і підкіркових структур, тимчасово по'єднаних в ту чи іншу функціональну систему (по П. К. Анохіну) для реалізації поведінкових актів, і наступному аналізі їхніх нелінійно-динамічних параметрів з позицій теорії детермінованого хаосу, які реалізовані у системі комп'ютерної ЕЕГ **NeuroResearcher® '2005-2007**.

Ключові слова: ЕЕГ, багаторозмірний спектральний аналіз, нелінійний аналіз, детермінований хаос, система комп'ютерної ЕЕГ **NeuroResearcher® '2005-2007**.

#### Переписка

д.мед.н., професор О. Ю. Майоров  
 а.я. 7313, Харьков, 61002  
 Украина  
 тел.: +380 (57) 711 80 32  
 эл. почта: institute-MIT@ukr.net

УДК 616.12-005.4:616.12-008.313

# Структура вариабельности сердечного ритма при анализе PP- и RR- интервалов у здоровых лиц и больных с ХСН

**Г. Г. Иванов, В. В. Попов, С. Салех**

Московская медицинская академия им. И. М. Сеченова, Российский университет дружбы народов

## Резюме

Изучены показатели структуры сердечного ритма при анализе PP- и RR-интервалов для оценки влияний вегетативной нервной системы на ритмическое функционирование предсердий и желудочков у здоровых лиц и больных с ХСН. В исследование включены результаты обследования 318 человек. Как показал сравнительный анализ данных временного и спектрального распределения PP- и RR-интервалов структура показателей сердечного ритма в группе здоровых в возрасте 25–45 лет не имеет значительных различий в покое и изменяется однонаправленно при проведении функциональных проб. В старшей возрастной группе (50±6 лет) выявлено рассогласование влияний отделов ВНС на ритмическую активность синусового узла и желудочки. Дисбаланс вегетативных влияний при PP- и RR-анализе выявлен также у больных с ХСН. Наблюдались различия как в исходном состоянии, так и в динамике наблюдения в течение года. Анализ структуры сердечного ритма по данным PP-интервалов дает значительную дополнительную информацию о характере нарушений вегетативных влияний на ритмическую функцию синусового узла и желудочков.

**Ключевые слова:** вариабельность сердечного ритма, вариабельность R-R и P-P интервалов, независимые модуляции, ритмическая активность синусового узла и желудочков, спектральный анализ.

**Клин. информат. и Телемед.**  
**2008. Т.4. Вып.5. с.21–29**

## Актуальность темы

Изучение состояния вегетативной нервной системы (ВНС), а также причин возникновения и клинических проявлений вегетативных расстройств является одной из актуальных проблем современной медицины. Практически нет таких заболеваний в развитии которых не играла бы роль ВНС. В одних случаях она является существенным фактором патогенеза, в других — возникает вторично в ответ на повреждение любых органов и тканей организма.

Среди методов изучения ВНС исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР) занимает особое место. Под ВСР понимают изменчивость величин интервалов RR на ЭКГ. При этом ВСР рассматривается не только как показатель функции синусового узла, но в большей степени как интегральный показатель состояния многих систем обеспечения гомеостаза организма.

Симпатические отдел ВНС — это система мобилизации резервов, генерализованного и быстрого вовлечения в реакцию и мобилизацию многих органов и систем. В отличие от этого парасимпатический отдел — это система текущей регуляции физиологических процессов. Многие симпатические и парасимпатические эфферентные волокна находятся в состоянии непрерывного возбуждения, получившего название тонус. В физиологических условиях между тонусом СНС и ПСНС имеет место «относительное равновесие» и в большинстве случаев являются синергичными. Тонкая координация деятельности отделов ВНС

осуществляется надсегментарными центрами с участие коры головного мозга. Тонические влияния симпатического и парасимпатического отделов нервной системы наиболее подробно исследованы на сердце [5].

Как известно, вегетативная иннервация сердца не является симметричной. Симпатическая иннервация сердца осуществляется из звездчатого и верхнего шейного ганглиев. Правосторонние симпатические нервы подходят к синусовому узлу (СУ), межжелудочковой перегородке и передней стенке сердца, левосторонние — к АВ узлу и задней-боковой стенке [3, 4].

В желудочки терминалы блуждающих нервов проходят по сосудам проводящей нервной системы сердца. Афферентные и эфферентные волокна блуждающего нерва пересекают АВ соединение и располагаются субэндокардиально. Парасимпатические нервы, расположенные в субэндокардиальном слое, идут к синусовому и АВ узлам, густо расположены в области задненижней стенки ЛЖ [7].

На синоаурикулярном уровне нет строго разграничения симпатического и парасимпатического влияний. На уровне АВ узла влияние обоих отделов ВНС более разграничено. Изменение времени АВ проведения в ответ на повышение симпатической или парасимпатической активности зависит от тонуса другого отдела. Нейрогистологические исследования показали, что СУ и АВ узел находятся, в основном, под влиянием блуждающего (и в меньшей степени симпатического) нерва, а желудочки контролируются, в основном, СНС [6, 7, 10].

Выделяют также интракардиальные (обусловлены изменением ОЦК и пе-

риферического сопротивления) и экстракардиальные механизмы регуляции сердечного ритма. Вещества содержащиеся в перикардиальной жидкости могут изменять функцию ВНС тормозя или стимулируя секрецию медиатора. Такой эффект возможен, поскольку и блуждающий и симпатические нервы располагаются субэпикардиально на определенных участках миокарда желудочков.

Таким образом, существуют и определенные теоретические предпосылки для использования временного и спектрального анализа ритмических сокращений предсердий по данным PP-интервалов для оценки колебаний вегетативных влияний на сердце. Эти физиологические коррелянты ВСР и механизмы вегетативной модуляции сердечного ритма, определяются наличием различий вагусных и симпатических влияний на функцию синусового узла, предсердий и АВ-узла с одной стороны и желудочков — с другой.

Традиционный метод анализа с анализом RR-интервалов давно известен и широко представлен в публикациях. Среди методов изучения ВНС исследование variability сердечного ритма (ВСР) занимает особое место. Под ВСР понимают изменчивость величин интервалов RR на ЭКГ. При этом ВСР рассматривается не только как показатель функции синусового узла, но в большей степени как интегральный показатель состояния многих систем обеспечения гомеостаза организма.

В международных рекомендациях Рабочей группы Европейского Кардиологического Общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии — Вариабельность сердечного ритма «Стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования» указано, что о взаимосвязи между вегетативными модуляциями PP- и RR-интервалов известно немного. Поэтому последовательность интервалов PP также нуждается в изучении. Подчеркивается, что «Синхронный анализ ритмической деятельности предсердий и желудочков, возможно, будет более полно и точно отражать вегетативную регуляцию деятельности сердца» [1].

Имеющиеся технические сложности выполнения методики анализа PP-интервалов обусловлены проблемой точной локализации «стабильной точки отсчета» зубца P на поверхностной ЭКГ. Однако, благодаря созданию систем ЭКГ высокого разрешения, где используются специальные алгоритмы выделения и оценки предсердного зубца P, данные работы в настоящее время могут проводиться. Системы ЭКГ ВР с анализом

зубца P и алгоритмы его выделения используются уже более 15 лет и доказали высокую надежность при усреднении по зубцу P для анализа поздних потенциалов предсердий. В доступной нам литературе мы встретили только единичные работы посвященные проблеме анализа и физиологической интерпретации структуры PP-распределения и сопоставления с показателями ВСР при RR-анализе [1, 2, 8, 9].

Как нам представляется, использование метода анализа PP-интервалов в исследовании ВСР имеет свою точку приложения и область использования, которые надо аргументировано показать на достаточном клиническом материале. Синхронный анализ ритмической деятельности предсердий и желудочков, возможно, будет более полно и точно отражать вегетативную регуляцию деятельности сердца. Совершенствование неинвазивного метода анализа ВСР может открыть новые возможности для продолжения изучения этого аспекта проблемы.

## Цель исследования

Изучить показатели структуры сердечного ритма при анализе PP- и RR-интервалов для оценки влияния вегетативной нервной системы на ритмическое функционирование предсердий и желудочков у здоровых лиц и больных с ХСН.

## Материал и методы

В исследование включены больные находящиеся на лечении в кардиологических отделениях больницы №53, а также отделе кардиологии ММА им. И. М. Сеченова. Всего в исследование включено 318 человек. Группу 1 (контрольную) составили 113 человек различного возраста (три подгруппы) у которых проведенное клинико-инструментальное обследование позволило исключить какую-либо патологию на момент исследования: анамнестические данные, физикальные, электро- и эхокардиографические, рентгеноло-

гические и лабораторные указаний на заболевание сердца, легких и других органов. Обследование здоровых включало в себя съем стандартной ЭКГ покоя, проведение нагрузочного тредмил-теста, суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру, общий и биохимический анализ крови, анализ уровня тиреоидных гормонов в крови. В контрольную группу 1 включались лица с отрицательным результатом тредмил-теста, отсутствием различных аритмий при проведении холтеровского мониторирования и количеством суправентрикулярных и желудочковых экстрасистол не более 10 и 15 соответственно, отсутствием артериальной гипертензии. В исследования также не включались лица с грубыми нарушениями общего и биохимического анализов крови, лица с патологией щитовидной железы и лица, страдающие какими-либо острыми и хроническими заболеваниями.

В обследование включено 452 больных с различными формами ИБС общая характеристика которых приведена в таблице 1.

В **группу 2** (n=30) включены пациенты с ИБС без нарушений ритма — составили мужчины и женщины в возрасте от 51 до 72 лет (средний возраст составил  $61,1 \pm 8,5$  лет) с верифицированной (положительный нагрузочный тредмил-тест или результаты коронароангиографии) ИБС, как имеющие, так и не имеющие в анамнезе инфаркт миокарда и артериальную гипертензию и получающие стандартную антиангинальную и гипотензивную терапию (атенолол 50–150 мг/сут, кардикет 80–180 мг/сут, энап 5 мг/сут). Перед включением в исследование этим пациентам проводилось то же стандартное обследование, что и здоровым лицам, а также УЗИ сердца. По результатам суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру исключались пациенты, имеющие суправентрикулярные и желудочковые нарушения ритма более, чем 10 суправентрикулярных и 15 желудочковых экстрасистол. Все пациенты этой группы получали стандартную антиангинальную и гипотензивную терапию (атенолол 50–150 мг/сут, кардикет 80–180 мг/сут, энап 5 мг/сут). В группу не включались пациенты с недостаточностью кровообращения, пациенты с патологией щитовидной железы, с острым коронарным синдромом, дилатацией левого предсердия, а также больные с острыми и обострением каких-либо хронических заболеваний.

**Группа 3а** представлена 130 больным ИБС — постинфарктным кардиосклерозом (ПК) без клинических признаков недостаточности кровообращения и базовой терапией включающей иАПФ, нитраты и в случае сочетания с артери-

Табл. 1. Общая характеристика обследованных лиц.

Номер	Группа	Количество	М:Ж	Средний возраст
1	1а Контрольная	65	55:10	31,0±4,2
	1б Контрольная	26	15:11	40,1±6,4
	1в Контрольная	22	13:9	50,4 ± 6,0
2	2 ИБС стенок I-III ФК	30	13:17	61,1±8,5
3	3а ПИКС без ХСН	130	76:54	58,9±6,6
	3б ПИКС с ХСН	45	24:21	59,0±9,0
	Итого	205	113:92	59,6±5,1
	Всего	318	196:122	52,8±3,4

Табл. 2. Показатели спектрального анализа в обследованных группах здоровых лиц.

Контрольные группы/режим анализа		TPower	VLF	LF	HF	VLF+LF+HF	VLF+LF	% VLF	% LF	% HF
1а возраст 31±4 (n=65)	RR	22121±523	2237±88	2147±81	1529±46	5913±134	4384±127	38	36	26
	PP	<b>27856±721*</b>	<b>1836±74*</b>	<b>1828±72*</b>	<b>1234±51*</b>	<b>4898±154*</b>	<b>3664±138*</b>	37	38	25
1б возраст 40±6 (n=26)	RR	20462±1712	1322±105	1075±77	847±54	3244±143	2597±185	41	33	<b>26</b>
	PP	<b>29583±1945*</b>	1057±90*	1008±93	945±76	3010±156	<b>2065±191*</b>	33	31	<b>36</b>
1в возраст 50±6 (n=22)	RR	15064±1454	914±87	656±54	326±28	1896±86	1570±78	<b>48</b>	35	<b>17</b>
	PP	<b>22677±1644*</b>	891±60	561±42	<b>544±34*</b>	1996±97	1452±89	<b>45</b>	<b>28</b>	27

\* – достоверность различий между показателями при анализе PP- и RR-интервалов в каждой из групп ( $P < 0,05$ ).

Табл. 3. Показатели расчетных индексов при спектральном анализе в обследованных группах здоровых лиц (ИЦ, ИВБ и ИАПЦ).

Группы		Индекс централизации HF+LF / VLF	Индекс вегетативного баланса LF / HF	Индекс активации подкорковых центров VLF / HF	TotRR / TotPP
1а возраст 31±4 (n=65)	RR	3,90±0,21	1,90±0,10	1,47±0,11	0,76±0,05
	PP	3,47±0,35	1,91±0,11	1,49±0,12	
1б возраст 40±6 (n=26)	RR	3,83±0,51	1,03±0,14	1,56±0,10	0,69±0,06
	PP	3,19±0,54	1,10±0,10	1,12±0,19	
1в возраст 50±6 (n=22)	RR	<b>+5,82±0,69**</b>	2,00±0,18	<b>+ 2,8±0,23**</b>	<b>0,65±0,05**</b>
	PP	3,67±0,55*	<b>- 1,00±0,09*</b>	1,65±0,17*	

\* – достоверность различий между показателями при анализе PP- и RR-интервалов ( $P < 0,05$ ).

\*\* – тоже между группами 1а и 1в.

альной гипертензией — дополнительно бета-блокаторы (ср. возраст  $58,9 \pm 6,6$  лет). Группа 36 ( $n=45$ ) Группу составили мужчины и женщины от 45 до 73 лет без пароксизмов мерцания предсердий на фоне ИБС по данным холтеровского мониторирования и с верифицированной стенокардией напряжения и покоя (II–III ФК) по результатам нагрузочного тредмил-теста с клиникой сердечной недостаточности II–III ФК по NYHA. Средний возраст в которой составил  $59,0 \pm 9,0$  года.

## Методы обследования больных

При спектральном анализе ВСП в соответствии с Рекомендациями Рабочей группы Европейского Кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии «Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования» [Eur Heart J, 1996, Vol. 17, March.] в программе был заложен общепринятый частотный диапазон Пороговые значения для оценки вегетативного статуса у пациентов с ПМА и лиц обеих контрольных групп нами использовались также в соответствии со «Стандартами измерения, физиологической интерпретации и клинического использования ВСП», а также согласно Российским «Методическим рекомендациями по анализу вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем». Метод ВСП позволял анализировать все общепринятые временные ( $SDNN_{RR}$ ,  $SDAN_{RR}$ ,  $RMSSD_{RR}$ ,  $PNN50_{RR}$ ) показатели,  $Mo_{RR}$ ,  $AMo_{RR}$ ,  $TINN_{RR}$ , триангулярный индекс, частотные показатели ( $Total\ Power_{RR}$ ,  $VLF_{RR}$ ,  $HF_{RR}$ ,  $LF_{RR}$ ,  $VLF_{RR}/LF_{RR}$ ) в традиционных единицах. Использовался общепринятый частотный диапазон. Кроме того, все указанные показатели определяли в режиме анализа PP-интервалов ( $Total\ Power_{pp}$ ,  $VLF_{pp}$ ,  $HF_{pp}$ ,  $LF_{pp}$ ,  $VLF_{pp}$  и др.).

Для регистрации ЭКГ использовали технические средства, разработанные ТОО «Медицинские компьютерные системы» (г. Зеленоград), состоящие из специализированной платы ввода сигнала, выносного блока для съема кардиосигнала «KARD» и персонального

компьютера IBM PC/AT с пакетом прикладных программ. Регистрировались ЭКГ сигналы трех ортогональных X,Y,Z отведений по Франку. Программные средства выполнены таким образом, что обеспечивалась обработка одного файла различными диагностическими программами. С помощью первой специализированной программы реализовался ввод ЭКГ сигнала произвольной длительности. Позже проводилась процедура временного, спектрального анализа с выбором режима RR (R-триггерный режим) или PP (P-триггерный режим), а также анализ по Баевскому. Анализу подвергались комплексы с коэффициентом корреляции 0.98–0.99, что позволяло надежно исключать из анализа экстрасистолы и комплексы с шумовыми помехами. В исследование не включались пациенты с другими формами наджелудочковых аритмий, синдромом Вольфа-Паркинсона-Уайта, признаками синдрома слабости синусового узла, лица, имеющие ревматические и врожденные пороки сердца.

Данные о распределении спектральной плотности зависимости длительности интервалов RR от времени по частотным поддиапазнам в абсолютных значениях  $мс^2$ ; NN – триангулярная интерполяция гистограммы NN-интервалов «индекс Святого Георга»; HF – высокие частоты; LF – низкие частоты; VLF – очень низкие частоты; TP – общая спектральная плотность. По данным спектрального анализа вычисляли индексы: Индекс централизации – ИЦ =  $(LF+VLF)/HF$  (отражает степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными)  $TotRR / TotPP$  – отношение общих доменов мощностей при RR и PP анализе спектра; Индекс вегетативного баланса – ИВБ =  $LF/HF$ ; Индекс активации подкорковых нервных центров – ИАП =  $VLF/HF$ . Характеризует активность сердечно-сосудистого подкоркового центра по отношению к более высоким уровням управления.

Стресс-тест (в группе 2) проводили на тредмиле швейцарской фирмы Schiller CS-100 с постоянным ЭКГ контролем на экране монитора CARDIOVIT AT-10 с. Использовался непрерывный ступенчатый возрастающий способ дозирования физической нагрузки до достижения субмаксимальной ЧСС, составляющей 90% от максимально достижимой ЧСС, расчет производился автоматически по формуле:  $ЧСС_{сбм} = 0,9 \times (220 - \text{возраст})$ . Проба проводилась по модифицированному протоколу Бруса с продолжительностью каждой ступени 2 минуты. Всем включенным в исследование лицам проводилось стандартное обследование, включавшее в себя ре-

гистрацию ЭКГ, ЭхоКГ и специальные методы в зависимости от целей раздела исследований.

Анализ полученных данных проведен с помощью методов описательной статистики в программах Microsoft Excel 2000. и Primer of Biostatistics 4.03 (Glantz S., McGraw Hill, 1998). Оценивался критерий t-критерия Стьюдента для связанных и несвязанных выборок,  $\chi^2$ , точный критерий Фишера, коэффициент линейной корреляции и непараметрический критерий Wilcoxon. Обработка данных проводилась на персональном компьютере IBM PC/AT с помощью пакета статистических программ «STATISTICA». Результаты исследования представлены как средние арифметические значения  $\pm$  стандартные отклонения ( $M \pm SD$ ). Для оценки значимости различий между данными исследования в разных группах больных использован t-критерий Стьюдента с и без коэффициента Уатта. Различия считались достоверными при  $p < 0,05$ . При оценке достоверности различий качественных показателей применяли критерии Пирсона и Фишера. Проводили также корреляционный анализ для оценки связи между различными параметрами, используя моментную корреляцию Пирсона.

## Результаты

### Структура сердечного ритма при анализе RR- и PP-интервалов у здоровых лиц и больных с различными формами ИБС

Показатели вариабельности сердечного ритма в группе здоровых лиц при анализе PP- и RR-интервалов по данным спектрального и временного анализа приведены в таблицах 2–4. Как следует из представленных в таблице 2 данных в группе здоровых лиц отмечено снижение средних значений общей плотности спектра по мере увеличения возраста. Это касалось обоих режимов усреднения, хотя, в целом, пожалуй, важно отметить достоверно большие значения TP в каждом из возрастных диапазонов при анализе PP-интервалов.

Анализ в отдельных диапазонах спектра показал, что в группе 1а ( $34 \pm 4$  года) средние значения VLF, LF и HF были достоверно ниже при анализе PP, чем при RR-интервалов. При этом про-

порции в общей мощности спектра сохранялись при обоих режимах анализа ( $VLF_{RR} - 38\%$  и  $VLF_{PP} - 37\%$ ,  $LF_{RR} - 36\%$  и  $LF_{PP} - 38\%$ ,  $HF_{RR} - 26\%$  и  $HF_{PP} - 25\%$  соответственно). Важно также отметить, что по мере увеличения возраста отмечено снижение средних абсолютных значений спектральной мощности в каждом из анализируемых диапазонов, однако процентное содержание в суммарной мощности спектра параметров VLF от суммарной мощности спектра (TP) изменялись только в старшей возрастной группе. Так, в группе 1в средние значения в диапазоне VLF при анализе PP и RR спектра были в среднем выше на 10% таковых в группе 1а. В этой группе обращало на себя внимание и снижение значений спектра ВСП при анализе PP-интервалов в диапазоне HF при нормальных значениях в этом частотном диапазоне спектра RR интервалов, что может указывать на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания влияний симпатического отдела на желудочки и в меньшей степени на синусовый узел.

Процентное содержание домена VLF в старшей возрастной группе превышали таковые младшей группы, но были ниже по абсолютным значениям, что можно трактовать как гипердаптивное состояние (по А. Н. Флейшману) за счет увеличения мощности энергетического спектра гуморального звена нейрогуморальной регуляции.

Таким образом, можно сказать, что возрастные изменения затрагивают в первую очередь показатели высокочастотной области спектра и проявляются снижением их абсолютных значений в старшем возрастном диапазоне и доминированием домена *VLF в старшей возрастной группе* (в % от суммарной мощности спектра). Значительных (свыше 10%) различий в процентном содержании доменов во всех частотных диапазонах при анализе по PP и RR-интервалов в группе здоровых лиц нами не выявлено. Ввиду выраженной обратной зависимости от возраста при интерпретации последующих результатов анализа спектра ВСП мы опирались на выбранные нами данные по возрастным диапазонам.

Анализ расчетных индексов (таблица 3) показал значительное увеличение ИЦ в старшей возрастной группе здоровых лиц при анализе RR интервалов ( $5,82 \pm 0,69$ ), который отражает количественную характеристику соотношений между центральным и автономным контурами регуляции сердечного ритма (и степень преобладания недыхательных составляющих аритмии). *Важно и то обстоятельство, что при этом без изменений осталась ИЦ по данным анализа PP-интервалов.*

В старшей возрастной группе выявлено увеличение ИАЦП<sub>RR</sub> ( $2,8 \pm 0,23$ ), отражающего повышенную активность подкорковых нервных центров в старшей возрастной группе (1в). При этом ИВБ (LF/HF) был наиболее низким также в группе 1в (отражение преобладающей парасимпатической регуляции), но при анализе спектра PP-интервалов (в отношении влияния на синусовый узел). Отношение TotRR/TotPP так же прогрессивно снижалось по мере увеличения возраста от  $0,76 \pm 0,05$  до  $0,65 \pm 0,05$  ( $p < 0,05$ ),

Табл. 4. Показатели спектрального анализа в обследованных группах здоровых лиц.

Группы		TPower	VLF	LF	HF	VLF +LF +HF	VLF +LF	% VLF	% LF	% HF
1а лежа	RR	19641±678	1667±90	1507±96	1089±89	4263±212	3174±208	39	35	26
	PP	<b>25356±1098*</b>	1576±91	1458±89	1224±95	4258±189	3034±178	37	34	29
1а стоя	RR	10550±1430**	<b>1388±112**</b>	1818±106	370±34	<b>3576±180**</b>	3206±166	3	<b>51</b>	<b>10</b>
	PP	<b>13450±841***</b>	1401±105	1809±102	406±40	<b>3616±176**</b>	3210±149	3	<b>50</b>	<b>11</b>

\* – достоверность различий между показателями при усреднении по PP- и RR-интервалов.

\*\* – достоверность различий по сравнению с данными в положении лежа ( $P < 0,05$ ).

Табл. 5. Показатели индексов спектрального анализа ВСП в группе 1а при проведении активной ортопробы.

Группы		Индекс централизации HF+LF / VLF	Индекс вегетативного баланса LF / HF	Индекс активации подкорковых центров VLF / HF	TotRR / TotPP
1а лежа	RR	3,90±0,21	1,9±0,10	1,47±0,11	0,76±0,05
	PP	3,47±0,35	1,9±0,11	1,49±0,09	
1а стоя	RR	<b>8,66±0,35**</b>	<b>5,51±0,37**</b>	<b>3,75±0,23**</b>	0,78±0,04
	PP	<b>7,91±0,41**</b>	<b>5,06±0,30**</b>	<b>3,45±0,22**</b>	

\*\* – достоверность различий по сравнению с данными в положении лежа ( $P < 0,05$ ).

**Табл. 6. Показатели временного анализа в группе 1а при проведении активной ортостатической пробы.**

Группа		Ср. R-R	Мин R-R	Макс RR, мс	SDN N, мс	SDA NN	RMS SD, мс	pNN 50, %	Triangin	TI NN
1а лежа	RR	917±23	728±16	1127±17	54±4	15±2	46±4	22±2	23±2	173±6
	PP	928±25	769±25	1043±30	52±5	13±2	45±5	19±2	<b>18±2*</b>	<b>134±5*</b>
1а стоя	RR	<b>730±25**</b>	<b>611±16**</b>	<b>884±31**</b>	41±5	15±2	<b>22±3**</b>	16±3	19±2	146±7
	PP	<b>731±20**</b>	<b>616±17**</b>	<b>880±30**</b>	41±6	15±3	<b>25±4**</b>	17±3	21±3	164±6

\* – достоверность различий между показателями при усреднении по P и R зубцу.

\*\* – достоверность различий по сравнению с данными в положении лежа ( $P < 0,05$ ).

**Табл. 7. Показатели спектрального анализа ВСР в обследованных группах больных.**

Группы		TPower	VLF	LF	HF	VLF +LF +HF	VLF +LF	% VLF	% LF	% HF
1в 50±6 лет (n=22)	RR	15064±1454	914±87	656±54	326±28	1896±86	1570±78	<b>48</b>	35	<b>17</b>
	PP	<b>22677±1644*</b>	891±60	561±42	<b>544±34*</b>	1996±97	1452±89	<b>45</b>	<b>28</b>	<b>27</b>
2а стен I-III ФК (n=30)	RR	21651±1669	940±89	706±80	693±54	2339±102	1646±70	40	30	30
	PP	<b>34419±2323*</b>	878±78	715±56	733±57	2326±109	1593±64	37	31	32
3а ПИКС без ХСН (n=130)	RR	27537±733	1054±76	1140±72**	1109±66**	3303±122**	2194±109**	32	34	32
	PP	<b>45156±958*,**</b>	1099±63	<b>924±70*,**</b>	1056±79**	3079±92**	2023±89**	36	30	34
3б ПИКС с ХСН (n=45)	RR	20460±1487	2485±123*,**	549±56	244±31**	3278±123**	3034±146**	<b>75</b>	<b>18</b>	7
	PP	<b>26513±1812*</b>	<b>509±56*,**</b>	<b>255±33*,**</b>	<b>118±22*,**</b>	<b>882±45*,**</b>	<b>764±44*,**</b>	58	29	<b>13</b>

\* – достоверность различий между показателями при анализе PP- и RR-интервалов.

\*\* – достоверность различий по сравнению с данными контр. группы ( $P < 0,05$ ).

что могло являться отражением общей перестройки регуляции происходящей с увеличением возраста.

В таблицах 5 и 6 представлены данные результатов спектрального анализа при проведении активной ортопробы. Динамика имеющихся изменений в достаточной степени обычна и соответствует стандартным ранее выявленным и описанным изменениям отдельных частотных компонентов спектра при выполнении данной пробы.

Известно, что нормальная реакция заключается в некотором снижении общей мощности спектра, возрастание мощности LF компоненты и уменьшение HF компоненты с увеличением отношения LF/HF. Хотелось бы обратить

внимание, что степень изменений всех показателей при анализе PP- и RR-интервалов была практически идентичной, что свидетельствует отсутствию рассогласования регуляторных систем и сбалансированности входящих в них подсистем (неадекватности ответа) при их влиянии на функционирование синусового узла и желудочков.

Показатели временного анализа и классических статистических показателей (индексы Баевского) при проведении активной ортостатической пробы приведены в таблице 6. Отмечено снижение средних значений при анализе спектра PP- и RR-интервалов показателя RMSSD однако все изменения при различных режимах носили

однонаправленный характер и не различались по степени ответа (изменению показателей).

В таблице 7 приведены данные показателей спектрального анализа в обследованных группах больных ИБС при анализе спектра PP- и RR-интервалов. Характеризуя представленные данные можно отметить, что для больных ИБС были характерны более высокие средние значения  $TP_{PP}$  во всех группах. Показатели  $TP_{RR}$  были выше в группе 3а.

Обращало на себя внимание непропорциональность снижения VLF при анализе PP-интервалов в гр 3б (ПК с ХСН) впрочем как и показателей LF и HF в данной группе. Максимальные значения содержания в спектре VLF наблюда-

лось в группе Зб при обоих вариантах анализа спектра (RR- и PP-интервалов). Показатели HF<sub>RR</sub> и HF<sub>PP</sub> в группе Зб были достоверно выше таковых в контрольной группе. Наиболее выраженное снижение процентного содержания домена HF выявлено в группах с постинфарктным кардиосклерозом (Зб).

В целом приведенные данные по анализу частотных доменов при анализе RR-интервалов совпадают с известными в литературе данными о снижении показателей ВСП. Однако, полученные результаты свидетельствовали и о целом ряде особенностей частотных доменов при анализе PP-интервалов и разнонаправленности изменений их средних значений, что может свидетельствовать о появившемся *расогласовании вегетативных влияний на функцию синусового узла и желудочков*.

Таким образом, как показали проведенные исследования по сопоставлению данных спектрального и временного анализа, получаемого в результате двух режимов усреднения имеются существенные отличия, что может свидетельствовать о различиях в характере вегетативной регуляции синусового узла и желудочков.

### Показатели ВСП в группах больных различными формами ИБС без ХСН при анализе PP- и RR-интервалов при проведении теста с физической нагрузкой

Показатели variability сердечного ритма в группе обследованных больных при анализе PP- и RR-интервалов по данным спектрального и временного анализа приведен в таблице 8. Как следует из представленных в таблице данных в группе здоровых лиц после проведения теста с физической нагрузкой отмечены сходные изменения вклада (% содержания от общей мощности) гуморального звена (VLF). Отмечено снижение средних значений общей плотности спектра после проведения физической нагрузки в данной возрастной группе. Это **касалось обоих режимов усреднения и всех** частотных диапазонов при анализе средних значений их мощности. Однако при этом

наблюдалось синхронное увеличение % содержания VLF диапазона и снижение HF диапазона при анализе PP- и RR-интервалов.

Примерно сходные изменения выявлены в группе со стенокардией, что проявлялось синхронным увеличением процентного содержания VLF диапазона и снижением HF диапазона при анализе PP- и RR-интервалов по сравнению с данными до нагрузки.

Однако в группе с постинфарктным кардиосклерозом выявлено расогласование – процентное содержание VLF – снижалось, а HF – не изменялось. Правда, это отмечалось уже при исходно измененном их соотношении.

Как видно из полученных данных анализа ВСП PP- и RR-интервалов в частотном диапазоне при проведении теста с физической нагрузки в контрольной группе 1б отмечено синхронное и пропорциональное увеличение процентного содержания домена VLF при снижении общей мощности энергетического спектра (TP) и всех его составляющих в абсолютных значениях (VLF, LF и HF).

Функциональная проба с нагрузкой вызывала сходные изменения как абсо-

Табл. 8. Показатели спектрального анализа при проведении тредмил-теста.

Группы		TPower	VLF	LF	HF	VLF +LF +HF	VLF +LF	% VLF	% LF	% HF
1б Контр До (1) После (n=22)	RR 1	20462±1712	1322±105	1075±77	844±54	3244±205	2597±211	41	33	26
	PP 1	<b>29583±1945*</b>	<b>1057±90*</b>	1008±93	945±76	3210±212	<b>2065±187*</b>	33	31	36
	RR 2	11389±988#	483±33#	299±25#	217±17#	999±78#	782±65#	<b>48 (+)</b>	30	<b>22 (-)</b>
	PP 2	15168±1009*,#	389±24#	308±22#	221±18#	918±72#	697±60#	<b>42 (+)</b>	34	<b>24 (-)</b>
2 Стенокардия До После (n=30)	RR 1	21651±1103**	940±47**	706±41**	693±34**	2339±132**	1646±94**	40	30	30
	PP 1	34419±2213*	878±63	715±56**	733±45**	2326±154**	1593±102	37	31	32
	RR 2	<b>14991±788*,,#</b>	<b>513±49*,,#</b>	<b>370±23*,,#</b>	<b>359±20*,,#</b>	1242±122#	883±87#	<b>41 (+)</b>	30	<b>29 (-)</b>
	PP 2	<b>22644±1088*,,#</b>	<b>491±36*,,#</b>	<b>330±22*,,#</b>	<b>306±18*,,#</b>	1127±98#	821±75#	<b>44 (+)</b>	29	<b>27 (-)</b>
3а ПИКС До (n=31) После	RR 1	35090±1234**	1180±78	1370±56**	1349±34**	3846±231	2497±132	30	36	34
	PP 1	61566±2341**	1310±89	1029±60	1446±33**	3785±243	2339±209	35	27	38
	RR 2	<b>29316±1967**,,#</b>	<b>799±76**,,#</b>	<b>736±39**,,#</b>	<b>1020±30**,,#</b>	2555±236**,,#	1535±96**,,#	<b>31 (+)</b>	29	<b>40 (+)</b>
	PP 2	<b>58902±2231**</b>	<b>732±34**,,#</b>	<b>605±43**,,#</b>	<b>901±45#</b>	2238±176**,,#	1337±108**,,#	<b>33 (-)</b>	27	<b>40 (0)</b>

\* – достоверность различий между показателями при анализе PP- и RR-интервалов ( $P < 0,05$ ).

\*\* – тоже по сравнению с контрольной группой.

# – тоже до и после тредмил-теста.

Табл. 9. Показатели спектрального анализа в группе больных с ХСН.

Этапы		TPower	VLF	LF	HF	VLF +LF +HF	VLF +LF	% VLF	% LF	% HF
Исх.	RR	20460±1322	2485±132	549±53	244±12	3278±201	3034±179	<b>75</b>	18	<b>7</b>
	PP	26513±1415 <sup>#</sup>	509±66 <sup>#</sup>	255±17 <sup>#</sup>	118±8 <sup>#</sup>	882±66 <sup>#</sup>	764±56 <sup>#</sup>	58	29	13
3 м-ц	RR	20171±1233	1503±71	748±23	409±14	2660±143	2251±172	<b>57</b>	28	<b>15</b>
	PP	34486±1631 <sup>#,*</sup>	703±42 <sup>#,*</sup>	414±16 <sup>#,*</sup>	206±11 <sup>#,*</sup>	1323±97 <sup>#</sup>	1174±87 <sup>#</sup>	53	31	16
6 м-ц	RR	22546±1677	1089±64	592±26	<b>694±13</b>	2375±156	1681±94	<b>46</b>	26	<b>29</b>
	PP	38263±1568 <sup>#</sup>	1138±74	<b>939±27<sup>#</sup></b>	<b>1375±21<sup>#</sup></b>	<b>3452±231<sup>#</sup></b>	<b>2077±105<sup>#</sup></b>	<b>32</b>	27	<b>38</b>
12 м-ц	RR	21907±1129	1274±65	622±25	550±17	2443±178	1893±98	52	25	23
	PP	34266±1526 <sup>#</sup>	1038±52 <sup>#</sup>	<b>839±23<sup>#</sup></b>	<b>1170±23<sup>#</sup></b>	<b>3047±206<sup>#</sup></b>	<b>1877±102</b>	<b>34</b>	28	<b>38</b>

\* – достоверность различий между 1 и 2 этапом обследования ( $P < 0,05$ ).  
 \*\* – ( $P < 0,05$ ) достоверность различий между 1 и 3 этапом обследования.  
 # – то же между анализом PP- и RR-интервалов.

лютных значений составляющих спектра всех доменов диапазона, так и их процентного содержания. Различия носили лишь количественный характер.

Группа За с постинфарктным кардиосклерозом отличалась достоверно большими значениями TP в исходном состоянии и после нагрузки при анализе PP- и RR-интервалов. Домены VLF, LF, HF в их абсолютных значениях также были снижены при анализе PP- и RR-интервалов, а процентное содержание VLF при анализе PP-интервалов было ниже исходных данных. Это может свидетельствовать о снижении влияния гуморальных систем регуляции на функцию синусового узла у данной категории больных при проведении пробы с физической нагрузкой.

### Показатели variability сердечного ритма в группе больных ХСН при анализе PP- и RR-интервалов в динамике наблюдения

В таблице 9 приведены результаты обследования ВСП в динамике наблюдения у больных с ХСН на протяжении года наблюдения по данным ВСП при частном анализе.

Как видно из приведенных данных, к 6 месяцу выявлены следующие из-

менения анализе PP- и RR-интервалов; 1) характеристики  $TP_{RR}$  снижались, а  $TP_{PP}$  – увеличивались в период до 6 месяца наблюдения; 2) отмечена разнонаправленная динамика спектральной мощности НЧ и ВЧ диапазонов; 3) процентное соотношение частотных доменов при анализе PP- и RR-интервалов изменялось примерно пропорционально (VLF диапазон  $RR_{interv.}$  – с 75% снижался до 46%, а  $PP_{inter}$  – с 58% до 32%; в диапазоне HF– $RR_{interv.}$  – процентное содержание увеличивалось с 7 до 29%, а PP-inter. – с 13 до 38% (вагусная активность повышалась); 4) к 6 месяцу наблюдения поменялось соотношение абсолютных значений спектра в диапазонах VLF и HF по сравнению с исходными данными.

Таким образом, как показали проведенные исследования по данным анализа PP- и RR-интервалов: структура показателей сердечного ритма в группе здоровых в возрасте 25–45 лет не имеет значительных различий в покое и изменяется однонаправленно при проведении функциональных проб. В старшей возрастной группе ( $50 \pm 6$ ) выявлено рассогласование влияний отделов ВНС на ритмическую активность синусового узла и желудочки; дисбаланс вегетативных влияний при PP- и RR-анализе выявлен у больных с ХСН. Наблюдались различия как в исходном состоянии, так и в динамике наблюдения. Анализ структуры сердечного ритма по данным

PP-интервалов дает значительную дополнительную информацию о характере нарушений вегетативных влияний на ритмическую функцию синусового узла и желудочков.

## Выводы

1. Метод анализа PP-интервалов, отражающий функцию синусового узла и ритмическую деятельность предсердий, может быть использован при анализе variability ритма сердца и получения дополнительных данных для оценки модуляции вегетативных влияний на сердце.

2. Структура показателей сердечного ритма в группе здоровых по данным анализа PP- и RR-интервалов в возрасте 25–45 лет не имеет значительных различий в покое и изменяется однонаправленно при проведении функциональных проб. В старшей возрастной группе ( $50 \pm 16$ ) выявлено рассогласование влияний отделов ВНС на ритмическую активность синусового узла и желудочки, а также показатели индексов: централизации, вегетативного баланса и активации подкорковых.

3. Наибольший дисбаланс вегетативных влияний при PP- и RR-анализе выявлен у больных с ХСН. После тред-

мил-теста в групі здорових і больних стабільної стенокардією наблюдалось зниження доменів HF<sub>pp</sub> і HF<sub>RR</sub>, збільшення VLF<sub>pp</sub> і VLF<sub>RR</sub>, у больних ПІКС содержание частот HF<sub>pp</sub> і HF<sub>RR</sub> збільшувалось до 40%.

4. У больних с ХСН вираженное в исходе изменение соотношения процентного содержания HF<sub>pp</sub>, HF<sub>RR</sub> и VLF<sub>pp</sub>, VLF<sub>RR</sub> улучшалось к 6 месяцу на фоне проводимой терапии, что может быть использовано в оценке эффективности проводимой терапии.

## Литература

1. Иванов Г. Г., Дворников В. Е. Электрокардиография высокого разрешения — теоретические предпосылки и методические аспекты использования метода // Вестник РУДН — 1998; N1, — С. 8–49.
2. Иванов Г. Г., Ф. Х. Аль-Валиди, Дворников В. Е., Александрова М. Р. Влияние сахарного диабета на показатели электрической нестабильности миокарда у больных ишемической болезнью сердца (по данным ЭКГ высокого разрешения и вариабельности сердечного ритма) // Ультразвуковая и функциональная диагностика. — 2001, N 1 — С.:90–98.
3. Blomquist T. M., Priola D. V., Romero A. M. Source of intrinsic innervation of canine ventricles: a functional study. // Am J Physiol — 1987, 252 — H638–H644.
4. Gets W. P., Kaye M.P. Distribution of sympathetic fibers in left ventricular epicardial plexus of the dog. // Circulat Res — 1968, 23, — P.165–170.
5. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use. — Task Force of the Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. // Circulation. — 1996. — V.93, N.5 — P. 1043–1065.
6. Hucker W. J., Nikolski V. P., Efimov I. R. Optical mapping of the atrioventricular junction. // Journal of Electrocardiology — 2005, vol 38 (4S) — С. 121–125.
7. Martins J. B., Lewis R., Wenbt B. Et al. Subendocardial infarction produces epicardial parasympathetic denervation in canine left ventricle. // Am J Physiol — 1989, 256 (Heart Circulat Physiol 25) — H859–H866.
8. Shouldice R., Heneghan C., Nolan P., et al // Modulating effect of respiration on atrioventricular conduction time assessed using PR interval variation. // Med Biol Eng Comput. — 2002, vol.40 (6) — P. 609–617.
9. Ward S., Shouldice R., O'Brien L.M., C. O'Brien et al. PP and PR Interval Variations in Pediatric Subjects Being Evaluated for Obstructive Sleep Apnea // Computers in Cardiology. — 2004; 31 — P. 301–304.
10. Yasuma F., Hayano J. Respiratory sinus arrhythmia: why does the heartbeatsynchronization with respiratory rhythm? // Chest. — 2004 Feb; 125(2) — С. 683–690.

## Structure of heart rate variability at analysis PP- and RR-intervals in healthy persons and patients with CHF

G. G. Ivanov, V. V. Popov, S. Salekh  
Moscow Medical Academy,  
Russian Federation

### Abstract

Parameters of structure of heart rate variability are investigated at analysis PP- and RR-intervals for an estimation of influences vegetative nervous system on rhythmic functioning of auricles and ventricles at healthy persons and patients with CHF. Results of inspection are included in research 318 person. As has shown the comparative analysis of the data of time both spectral distribution PP- and RR-intervals the structure of parameters an intimate rhythm in group healthy in the age of 25–45 years has no significant distinctions in rest and changes is unidirectional at carrying out of functional tests. In the senior age group (50±6 years) the mismatch of influences of departments autonomic balance on rhythmic activity of sinus node and ventricles is revealed. Disbalance vegetative influences at PP- and the RR-analysis it is revealed also at patients with CHF. Distinctions both in an initial condition, and in dynamics of supervision within one year were observed. The analysis of structure of an intimate rhythm according to PP-intervals gives the significant additional information on character of infringements of vegetative influences on rhythmic function sinus node and ventricles.

**Keywords:** Heart rate variability, Variability of R-R and P-P intervals, Independent autonomic modulation, Rhythmic activity of sinus node and ventricles, Spectral analysis.

## Структура варіабельності серцевого ритму при аналізі PP- і RR- інтервалів у здорових осіб і хворих із ХСН

Г. Г. Іванов, В. В. Попов, С. Салех  
Московська медична академія  
ім. І. М. Сеченова, Російський університет  
дружби народів

### Резюме

Вивчено показники структури серцевого ритму при аналізі PP- і RR-інтервалів для оцінки впливів вегетативної нервової системи на ритмічне функціонування

передсердь і шлуночків у здорових осіб та хворих на ХСН. У дослідження включені результати обстеження 318 чоловік. Як показав порівняльний аналіз даних тимчасового і спектрального розподілу PP- і RR-інтервалів, структура показників серцевого ритму в групі здорових у віці 25–45 років не має значних розходжень у покої і змінюється в одному напрямі при проведенні функціональних проб. У старшій віковій групі (50±6 років) виявлена неузгодженість впливів відділів ВНС на ритмічну активність синусового вузла і шлуночки. Дисбаланс вегетативних впливів при PP- і RR-аналізі виявлений також у хворих на ХСН. Спостерігалися розходження як у початковому стані, так і в динаміці спостереження протягом року. Аналіз структури серцевого ритму за даними PP-інтервалів дає значну додаткову інформацію про характер порушень вегетативних впливів на ритмічну функцію синусового вузла і шлуночків.

**Ключові слова:** варіабельність серцевого ритму, варіабельність R-R і P-P інтервалів, незалежні модуляції, ритмічна активність синусового вузла та шлуночків, спектральний аналіз.

## Переписка

д.м.н., професор Г. Г. Іванов  
ул. генерала Белобородова  
д. 30, кв. 39  
Москва, 125222, РФ  
тел.: +495 958-95-78  
+495 958-95-43  
+495 958-95-45  
ел. почта: lvgen2004@mail.ru

УДК 004.93

# Повышение чувствительности анализа рентгеновских снимков методом автоморфного отображения в базисе собственных изображений

А. М. Ахметшин, Л. Г. Ахметшина

Днепропетровский национальный университет, Украина

## Резюме

Описан принципиально новый метод повышения чувствительности и разрешающей способности визуального анализа низкоконтрастных радиологических медицинских изображений. В отличие от традиционных методов инверсной фильтрации, данный метод не требует априорного знания аппаратной функции системы формирования изображения и может быть применен как к пространственно-инвариантным, так и пространственно-неинвариантным системам. Представлены экспериментальные результаты демонстрирующие информационные возможности метода.

**Ключевые слова:** автоморфное отображение, чувствительность, разрешающая способность, низкий контраст, собственное изображение.

**Клин. информат. и Телемед.**  
2008. Т.4. Вып.5. с.30–36

## Введение

С развитием компьютерных методов и технологий обработки информации в радиологии очень быстро появился ряд новых направлений, связанных с обработкой [1], анализом [2] и виртуальным синтезом [3] медицинских изображений на основе сочетания как «классических» методов цифровой обработки изображений [4], так и методов компьютерного видения [5] и искусственного интеллекта [6]. В силу большой теоретической и практической значимости этих задач, им постоянно уделяется большое внимание. Анализ медицинских изображений сводится к необходимости решения трех основных задач:

- 1) «обнаружение» (принятие на основании частичной или недостаточной информации решения о наличии в изображении аномалии);
- 2) «распознавание» (т.е. выявление таких особенностей, как размер и форма аномалии);
- 3) «идентификация» (принятие решения о том, что соответствует обнаруженным и распознанным аномалиям).

Несмотря на уже достаточно длительную историю теории цифровой обработки изображений и наличие тысяч печатных статей и докладов по этой тематике, до сих пор остается множество нерешенных до настоящего времени проблем, обусловленных влиянием следующих факторов.

1. Поскольку форма, расположение и характеристики целевого объекта (патологии) на апертуре анализируемого изображения априори являются неиз-

вестными, а зачастую, и визуально неразличимыми, то чрезвычайно трудно отделить структурный (анатомический) и измерительные шумы от полезного сигнала, так как статистические и спектральные характеристики этих шумов нам так же не известны.

2. В подавляющем большинстве случаев ничего не известно о свойствах аппаратной функции системы формирования изображения, что не позволяет использовать известные методы инверсной фильтрации в целях повышения пространственной разрешающей способности и чувствительности визуального анализа.

3. Существует внутренняя противоречивость самой задачи анализа радиологических изображений поскольку, с одной стороны, необходимо обеспечение максимальной чувствительности используемых методов к небольшим локальным вариациям значений яркости, а с другой стороны, необходима устойчивость к влиянию структурных и измерительных шумов.

4. При любой сложности структуры исходного изображения рентгенолога на заключительной стадии анализа интересует лишь некоторые его группы (сегменты), например — собственно патология, область ее скрытого влияния и окружающая нормальная биоткань. С учетом пункта три, возникает чрезвычайно важный с практической точки зрения вопрос: возможен ли синтез какой-либо характеристики устойчивой к влиянию структурных шумов и, в то же время, максимально чувствительной к обнаружению малоразмерных и слабо контрастных нечетких (размытых) аномальных участков.

5. Реализация пункта четыре, если и возможна, то только на основе многопараметрового подхода, поэтому в реальной ситуации всегда возникает неоднозначная проблема поиска такого вектора адаптивных информативных признаков, которые позволили бы решить эту проблему.

6. Отсутствие объективных критериев оценки качества изображения (в том числе и обработанного) и, как следствие, неоднозначность оценки информативности вектора входных информативных признаков при наличии множества разнообразных вариантов его формирования.

7. Отсутствие адекватных математических моделей как системы формирования изображений так и анализируемых биоструктур не дает, по крайней мере в настоящее время, возможности реализации универсального алгоритма (метода) обработки и анализа, пригодного для всех типов медицинских изображений (метод, пригодный для одного типа изображений, например, рентгеновского, может оказаться непригодным для обработки других типов изображений, такого как томографическое, и наоборот).

## Постановка задачи

Поскольку задача обнаружения возможной патологии является первичной, то, с учетом отмеченных выше обстоятельств, для ее решения необходимо обеспечить увеличение разрешающей способности и чувствительности визуального анализа, желательно на базе использования нескольких различных методов, в целях повышения его достоверности и уменьшения вероятности возникновения артефактов. При разработке подобных методов обязательно должны учитываться особенности психофизиологического восприятия градаций яркости человеком, осуществляющим их анализ. Применение нелинейных преобразований яркости исходных изображений обеспечивает перераспределение локальных их соотношений, приводя к возможности визуального восприятия невидимых перепадов, что и является целью первого этапа анализа.

Одним из распространенных подходов при цифровой обработке снимков, привлекавших большое внимание начиная с 80-х годов, является метод инверсной фильтрации [7], суть которого сводится к следующему. Предполагается, что идеальное изображение  $f_0(x, y)$  проходит через линейную простран-

ственно-инвариантную систему, характеризующую функцией рассеяния точки  $h_D(x, y)$  и на него дополнительно накладывается аддитивный шум  $n(x, y)$ . В этом случае сформированное (т.е. наблюдаемое) изображение  $f_0(x, y)$  описывается интегральным уравнением свертки

$$f_0(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\alpha, \beta) h_D(x - \alpha, y - \beta) d\alpha d\beta + n(x, y). \quad (1)$$

Задача нахождения оценки реставрированного изображения  $\hat{f}_1(x, y)$  сводится к фильтрации наблюдаемого изображения  $f_0(x, y)$  [4] Винеровским фильтром минимизирующим среднеквадратичную ошибку реставрации и имеющим спектральную характеристику  $H_R(\omega_x, \omega_y)$  вида

$$H_R(\omega_x, \omega_y) = \frac{H_D^*(\omega_x, \omega_y)}{H_D |(\omega_x, \omega_y)|^2 + W_N(\omega_x, \omega_y)}, \quad (2)$$

где  $W_N(\omega_x, \omega_y)$  — энергетический спектр структурного и измерительных шумов. При его использовании следует учитывать следующие обстоятельства.

1. Метод служит для повышения пространственной разрешающей способности и чувствительности визуального анализа.

2. Для его применения необходимо знание как спектральной характеристики  $H_D(\omega_x, \omega_y)$  функции рассеяния точки (аппаратной функции) системы формирования изображения, так и спектральных характеристик шумов  $W_N(\omega_x, \omega_y)$ .

3. Метод инверсной фильтрации относится к области некорректных задач математической физики из-за его неустойчивости к влиянию шумовых факторов, что диктует необходимость крайней осторожности при его практическом использовании, при этом повышение разрешающей способности и чувствительности результирующего анализа происходит за счет усиления высокочастотных пространственных компонент в спектре наблюдаемого изображения  $f_0(x, y)$ .

Несмотря на отмеченные проблемы в использовании метода инверсной фильтрации, он нашел применение при обработке и реставрации оптических изображений [7]. Однако, применительно к рентгеновским снимкам, попытки использования его натолкнулись на следующие трудности [8].

1. Возникают серьезные проблемы с математическим описанием системы

формирования рентгеновских изображений, поскольку результирующее изображение зависит как от конкретных биофизических параметров зондируемой структуры и технических характеристик рентгеновского аппарата, так и от режимов получения рентгеновского изображения. Это означает, что спектральная характеристика оператора формирования рентгеновского изображения  $H_D(\omega_x, \omega_y)$  нам неизвестна, и более того, она является переменной в зависимости от конкретной ситуации получения рентгеновского снимка. В связи с этим, внимание исследователей в настоящее время сосредоточено на разработке различных вариантов адаптивного локального усиления контрастности рентгеновских снимков [9, 10].

2. Энергетический спектр структурного и измерительных шумов  $W_N(\omega_x, \omega_y)$  так же зависит от конкретной ситуации и является неизвестным, что не позволяет использовать выражение (2), даже в самом оптимальном варианте, для решения задачи инверсной фильтрации рентгеновских изображений.

3. Система формирования рентгеновских изображений во многих случаях является пространственно-неинвариантной, т.е. вид  $h_D(x, y)$  зависит от конкретных координат  $(x, y)$  т.е. линейно-неинвариантная система формирования изображения описывается не уравнением (1), а уравнением

$$f_0(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f_1(\alpha, \beta) h_D(x, y, \alpha, \beta) d\alpha d\beta + n(x, y). \quad (3)$$

Метода обращения уравнения (3) в общем случае не существует, что, как указывалось выше, и приводит к необходимости разработки других подходов для повышения качества рентгеновских снимков.

## Цель работы

Целью данной работы является описание и демонстрация информационных возможностей нового метода повышения пространственной разрешающей способности и чувствительности визуального анализа низкоконтрастных изображений за счет усиления высокочастотной части спектра изображения  $f_0(x, y)$ , что дает возможность условно соотносить его к области методов инверсной филь-

рации, но, в отличие от классических вариантов, он позволяет:

- осуществлять фильтрацию как линейно-инвариантной, так и линейно-неинвариантной систем формирования рентгеновских низко контрастных изображений;
- не требует априорной аналитической информации о функции рассеяния точки системы формирования изображения;
- не требует априорной информации о спектральных и статистических характеристиках структурных и измерительных шумов;
- единственная априорная информация – это приблизительная ширина функции рассеяния точки (этот вопрос, как показали результаты наших исследований, не представляет каких-либо практических затруднений) и примерная протяженность интервала корреляции структурного шума (аналогично вышеизложенному).

## Результаты собственных исследований

### Алгоритм нового метода

Алгоритм нового метода включает в себя следующие этапы.

1. Формируется скользящая вдоль анализируемого изображения потенциального поля рамка размером  $(L \times L)$ , где  $L$  – ориентировочный диаметр функции рассеяния точки системы формирования изображения  $h_D(x, y)$ . Это позволяет каждому пикселю анализируемого изображения с координатами, например,  $(m, n)$  (сопоставить вектор коэффициентов  $\vec{a}$

$$\vec{a}(m, n) = [i(m-k, n-l); k, l \in -L \div L], \quad (4)$$

где  $i(m, n)$  рассматривается как интенсивность анализируемого изображения в точке  $(m, n)$ .

2. На основании выражения (4), из первоначального однопараметрового изображения  $i(x, y)$  формируется трехмерный массив (ансамбль) изображений  $A(x, y, z)$  (размерность третьей координаты  $z$  равна  $L^2$ ). По сути дела, этот этап представляет собой автоморфное отображение исходного анализируемо-

го рентгеновского изображения (под автоморфизмом понимается взаимно однозначное отображение функции самой на себя).

3. Вычисление и формирование трехмерного массива, пользуясь терминологией впервые использованной в работе [11], собственных изображений исходного ансамбля автоморфного отображения  $A(x, y, z)$ .

Для этого проводится сингулярное разложение матрицы  $A$ , путем ее представления в виде

$$A = U W V^T, \quad (5)$$

где  $U = [U_1, U_2, \dots, U_L]$  – матрица сингулярных векторов размерностью  $(N - L \times L)$ , формирующих ортонормированный базис пространства натянутого на столбцы матрицы  $A$ ;  $W$  – диагональная матрица, элементы которой  $w_i (i=1, \dots, L)$  являются сингулярными числами матрицы  $A$ , причем  $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_L \geq 0$ . Сингулярные числа являются собственными значениями матрицы  $A^T A$ , а  $V$  – представляет собой ортогональную матрицу размерностью  $(L \times L)$ . Выражение (5) называется сингулярным разложением матрицы  $A$  [12].

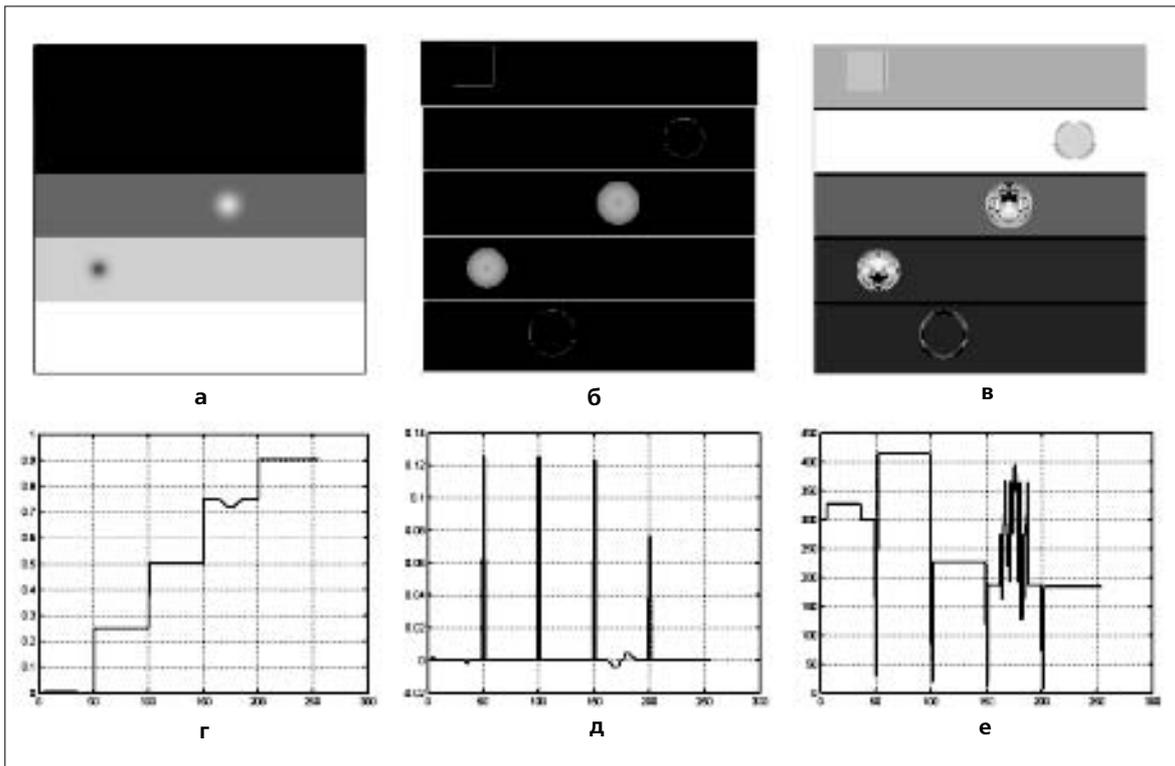
Массив  $A$  является сильно коррелированным (иначе и быть не может), а применение метода сингулярного разложения обеспечивает ортогональность и некоррелированность ансамбля собственных изображений автоморфного отображения. Поскольку  $L$  (по предположению) определяет ширину отклика рентгеновского аппарата на воздействие точечного объекта, то применение метода сингулярного разложения, с алгебраической точки зрения, максимизирует степень различия ансамбля собственных изображений, а это возможно только, как это будет показано ниже, на основе максимизации степени различия и спектральных характеристик собственных изображений, что, собственно говоря, и приводит к результату эквивалентному эффекту применения инверсной фильтрации, но в условиях априорной неопределенности относительно свойств и аналитического описания ядра интегрального преобразования системы формирования рентгеновского изображения. С физической точки зрения, вычисление ансамбля собственных изображений позволяет синтезировать новый ортогональный информационный базис на основе ансамбля  $A(x, y, z)$ , что и открывает возможность использования нескольких принципиально новых подходов для решения задач повышения чувствительности и разрешающей способности визуального анализа низко контрастных радиологических изображений.

4. Для формирования одного результирующего изображения из многомерного ансамбля собственных изображений  $U(x, y, z)$  использовалась самоорганизующаяся нейронная сеть Кохонена. Отличительной ее чертой является адаптивный характер, не требующий априорного задания числа кластеров, что обеспечивает свойство универсальности [13].

Следует подчеркнуть одно важное практическое обстоятельство – в рентгеновских изображениях всегда присутствует измерительный шум. Отличительной особенностью метода сингулярного разложения автоморфного отображения анализируемого рентгеновского изображения как раз и является тот факт, что его использование позволяет разделить вклад информативных и шумовых компонент на основе анализа спектра сингулярных чисел матрицы  $W$ . С прикладной точки зрения, эта задача эквивалентна задаче определения ранга зашумленной системы линейных уравнений и относится к классу некорректных задач [14], т.е. с теоретической точки зрения является весьма непростой, но практически (базируясь на визуальном анализе ансамбля собственных изображений) этот вопрос, как показывает наш опыт, особых проблем не представляет.

### Численное моделирование

На рис. 1а показано модельное изображение, характеризующее наличием всех градаций уровней серого и имеющего низкоконтрастные участки: три визуально неразличимых участка, перепад яркостей которых порядка 0.4% и два частично видимых участка с неоднородным значением яркости. На рис. 1г представлен график зависимости амплитуды для 140 столбца, (значения приведены к интервалу 1–0), демонстрирующий изменение сигнала для одной из неоднородностей. Невозможность их непосредственной визуализации связана с законами восприятия изображения глазом, в частности, с законами контрастного восприятия света (человек не видит перепады яркости менее 1%) и формирования уровня адаптации (наблюдаемая картина зависит от соотношения сигнал/фон: если отношение Вебера  $\Delta I / I \leq 0,2$ , где  $I$  – интенсивность фона, а  $\Delta I$  – приращение сигнала, то оно не заметно для человека на изображении). На рис. 1б показан результат применения к модели широко используемого метода градиентного преобразования в соответствии с формулой



**Рис.1. Результаты численного моделирования чувствительности метода:**  
**а** — исходное изображение; **б** — модуль градиентного отображения;  
**в** — результат метода автоморфного отображения; **г** — амплитудный срез  
**140** столбца изображения «а»; **д, е** — амплитудный срез **140** столбца для  
изображений «б» и «в» соответственно.

$$\nabla f_0(x, y) = \sqrt{\frac{\partial f_0(x, y)}{\partial x} + \frac{\partial f_0(x, y)}{\partial y}} \quad (6)$$

Данное преобразование позволяет выделить лишь границы невидимых зон, но не дает возможности выполнения объективной сегментации анализируемого изображения. Кроме того, амплитуда перепадов на низко контрастных участках очень мала (рис. 1д), что делает этот метод очень чувствительным к влиянию шумов.

Применение нового метода (рис. 1в) позволяет сегментировать визуально неразличимые участки, хотя и приводит к существенному перераспределению яркостей в силу нелинейного характера слияния девяти собственных изображений нейронной сетью Кохонена, однако амплитуда перепадов на границах аномальных участков (рис. 1е) примерно в десять раз больше, чем при использовании градиентного отображения (рис. 1д), что открывает потенциальную возможность его использования для решения задач обнаружения слабо контрастных патологий.

## Рентгеновский снимок

На рис. 2а показано изображение снимка грудной клетки, представляющее собой классический пример низко контрастного радиологического изображения, а на рис. 2б — изображение модуля его градиентного преобразования, визуальный анализ которого не позволяет однозначно выделить какие-либо характерные участки, что в целом согласуется и с результатами численного моделирования.

Использование фазовой характеристики градиентного отображения (рис. 2в) вычисляемой на основе выражения

$$\psi_0(x, y) = \arctg \left[ \frac{\partial f_0(x, y)}{\partial x} / \frac{\partial f_0(x, y)}{\partial y} \right] \quad (7)$$

являющейся дополнительной характеристикой градиентного отображения и позволяющей в некоторых ситуациях, как это показывает практический опыт авторов, повысить достоверность визуаль-

ного анализа, однако в данном случае она так же не дает существенной информации.

Применение метода автоморфного отображения с размером рамки скользящей рамки размером (3x3) позволило синтезировать девять собственных ортогональных изображений, первые четыре из которых (слева направо) приведены на рис. 3а. На рис. 3б представлены соответствующие им энергетические Фурье-спектры, показывающие, что с увеличением порядкового номера возрастает вклад каждого собственного изображения в высокочастотную часть спектра. Это, с одной стороны, позволяет повысить разрешающую способность и чувствительность результирующего анализа, а с другой стороны, может привести к деструктивным результатам из-за усиления влияния шумовых факторов.

Регуляризация решения возможна на основе анализа спектра нормированных сингулярных чисел ортогонализированного ансамбля собственных изображений рентгеновского снимка, представленного в табл. 1. Приведенные значения показывает, что ранг системы собствен-

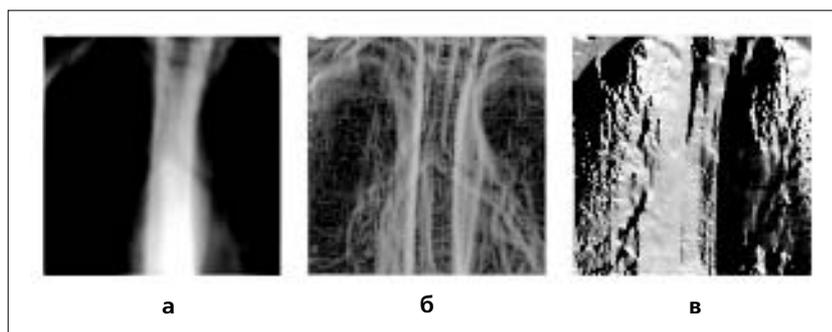


Рис. 2. Исходный рентгеновский снимок грудной клетки «а» и результаты его градиентного отображения: б — модуль; в — фазовая характеристика.

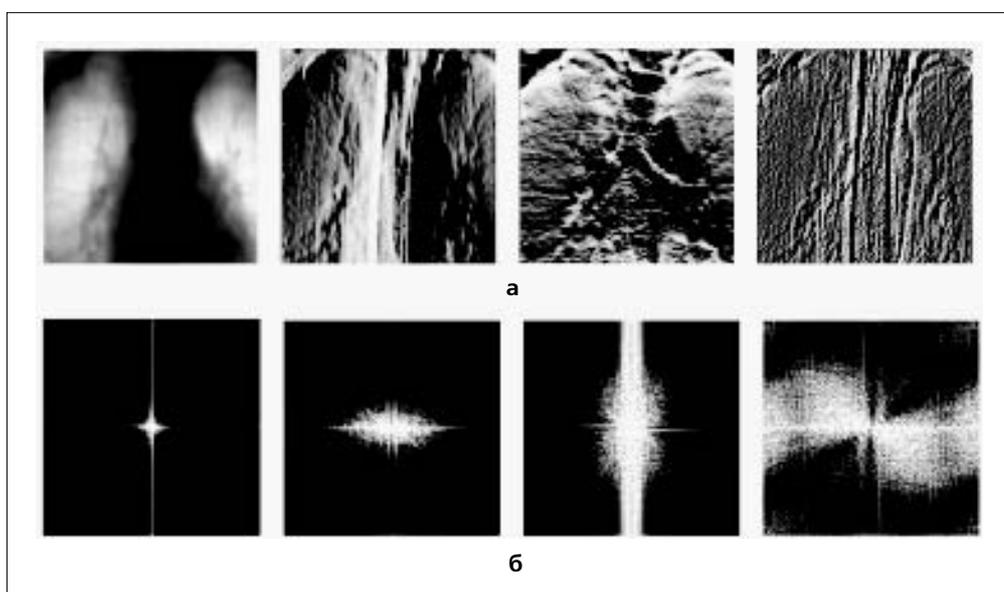


Рис. 3. Первые четыре собственных изображения исходного рентгеновского снимка «а» и соответствующие им энергетические Фурье-спектры «б» (низкочастотная часть спектра находится в центре изображений «б» и увеличивающаяся часть светлой области соответствует увеличению вклада высокочастотных компонент Фурье-спектра автоморфного отображения).

Таб. 1. Спектр нормированных сингулярных чисел ансамбля собственных изображений автоморфного отображения рентгеновского снимка.

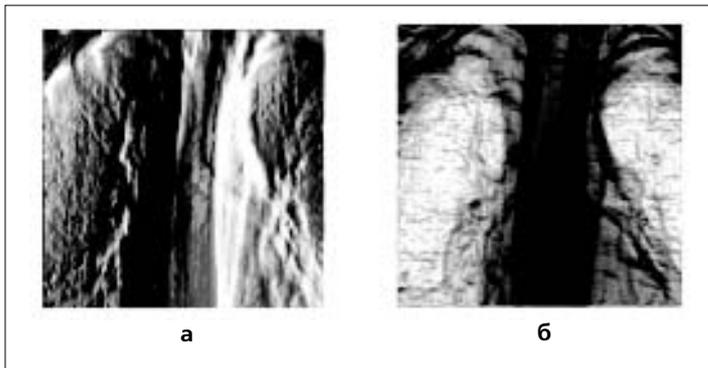
$k$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$W$	99.9316	0.0563	0.0104	0.0005	0.0004	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001

ных изображений равен трем, т.е. собственные изображения с четвертого по девятое отбрасываются. а на нейронную сеть подаются. На рис. 4а показан результат нейросетового синтеза одного композитного изображения на основе только первых трех собственных изображений, визуальный анализ которого позволяет выделить ряд деталей совершенно неразличимых на исходном снимке.

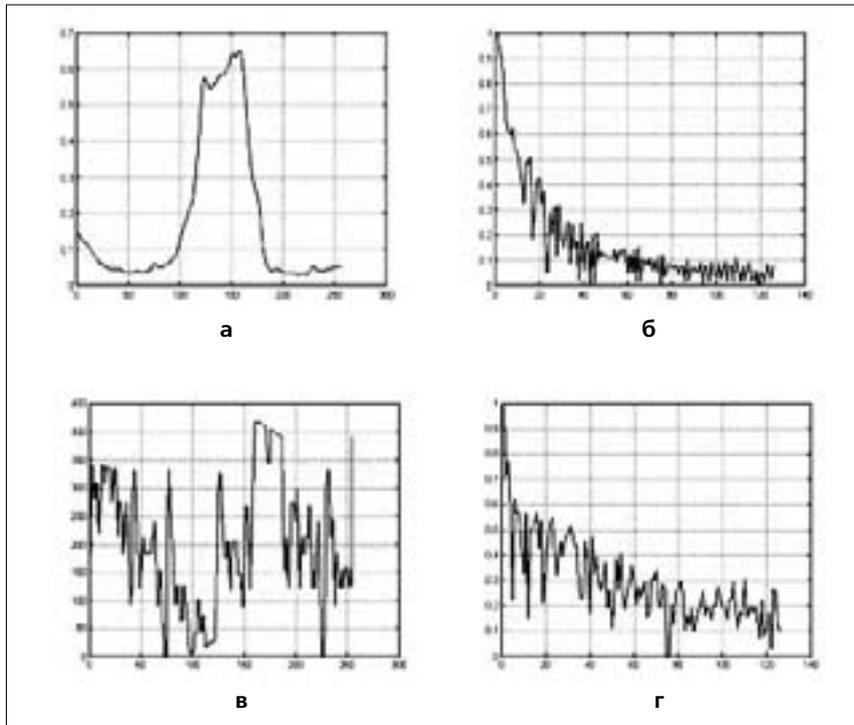
Получение одного результирующего изображения возможно и на основе чисто геометрического подхода (т.е. без использования нейросетового синтеза). Действительно, поскольку все собственные изображения являются ортонормированными, то результирующее изображение можно вычислить на основе выражения

$$U_{rez}(x,y) = \sqrt{U_1^2(x,y) + U_2^2(x,y) + U_3^2(x,y)}, \quad (8)$$

где  $U_i(x,y), i = 1, 2, 3$ , — ансамбль первых трех собственных изображений (рис. 4б). Из сопоставления результатов нейросетового (рис. 4а) и геометрического методов синтеза результирующего изображения (рис. 4б) можно сделать вывод, что эти методы можно рассматривать как дополняющие друг друга, с точки зрения повышения вероятности обнаружения потенциально опасных участков.



**Рис.4.** Результат синтеза нового изображения на основе использования первых трех собственных изображений автоморфного отображения исходного рентгеновского снимка: а — синтез на основе использования нейронной сети Кохонена; б — синтез на основе геометрического подхода к ансамблю собственных изображений.



**Рис.5.** Амплитудные срезы 85 строки исходного изображения «а» и синтезированного нейронной сетью Кохонена изображения «в» и их соответствующие нормированные энергетические Фурье-спектры «б» и «г».

## Обсуждение

Метод был протестирован на различных типах радиологических изображений. Тем не менее, в целях сокращения объема статьи, в данном разделе его информационные возможности демонстрируются только на одном примере. Здесь необходимо отметить, что приме-

нение метода автоморфного отображения для анализа снимков рентгеновской компьютерной томографии и ЯМР томографии не дало положительных результатов. Причина этого заключается в том факте, что задачи томографического синтеза сами по себе относятся к классу некорректных [14], а это означает, что к ним применяется опять таки некорректная математическая операция, но уже второго порядка.

Отдельным вопросом является оценка степени увеличения пространственной разрешающей способности синтезированного изображения. На качественном уровне это можно сделать путем сравнения ширины нормированных энергетических Фурье-спектров амплитудных срезов изображений по уровню 0.5.

На рис. 5а,в показаны амплитудные срезы 85 строки исходной рентгенограммы (рис. 2а) и композитного изображения, соответствующего рис. 4а, а на рис. 5б,г срезы их нормированных энергетических Фурье-спектров. Сравнительный анализ графиков показывает, что ширина спектра по уровню 0.5 увеличилась для композитного изображения примерно в два раза что, в соответствии с основными свойствами преобразования Фурье [15], свидетельствует о соответствующем увеличении пространственной разрешающей способности визуального анализа.

## Выводы

1. Анализ низко контрастных рентгеновских снимков методом автоморфного отображения в базисе собственных изображений позволяет увеличить пространственную разрешающую способность и чувствительность визуального анализа изображений не менее чем в два раза.

2. Метод не требует априорной идентификации о функции рассеяния точки системы формирования изображения и может быть применен для повышения разрешающей способности как пространственно-инвариантных, так и пространственно-неинвариантных систем.

3. Теоретической основой нового метода является тот факт, что переход в многомерный базис собственных изображений, позволяет выделить в исходном изображении две компоненты: информативную и шумовую.

4. Разделение информативных и шумовых составляющих осуществляется на основе анализа спектра сингулярных чисел автоморфного отображения и, по своей сути, сводится к задаче определения ранга зашумленной системы линейных уравнений.

5. На данной стадии исследований, возможна реализация двух различных подходов к синтезу результирующего изображения — нейросетевой и геометрической, причем эти подходы можно рассматривать как дополняющие друг друга.

6. Метод нецелесообразно использовать для анализа томографических изображений.

## Литература

1. Aach T., Schiebel U., Spekowius G. Digital image acquisition and processing in medical X-ray imaging. Journal of Electronic Imaging. 1999, Vol.8, N.1, pp.7–22.
2. Уэбб С. Математические основы процессов формирования и обработки изображений. В кн. Физика визуализации изображений в медицине. Под ред. С. Уэбба. – М.: Мир, 1991, т.2, с.289–330.
3. Information Technologies in Medicine. Ed. Akay M. and Marsh A. – N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., vol. 1 and 2, 2001.
4. Pratt W.K. Digital Image Processing: PIKS Inside, Third Edition. – N.Y.: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
5. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение: современный подход. – М.: Вильямс, 2004.
6. Artificial Intelligence Techniques in Breast Cancer Diagnosis and Prognosis. Ed. Jain A. and others. – London: World Scientific Inc., 2000.
7. Василенко Г. И., Тараторин А. М. Восстановление изображений. – М.: Радио и связь, 1986.
8. Трассел Д. Обработка рентгеновских изображений. – М.: ТИИЭР, 1981, т.69, №5, с.145–159.
9. Kim J., Kim L., Kang B. Contrast enhancement system using spatially adaptive histogram equalizations with temporal filtering. IEEE Trans. on Computer Electronics, 1998, Vol.44, N.1, pp.82–87.
10. Stark J. A. Adaptive contrast enhancement using generalization of histogram equalization. IEEE Trans. Image Processing, 2000, Vol.9, N.5, pp.889–906.
11. Sirovich L., Kirby M. Low – dimensional procedure for the characterization of human faces. Journal of the Optical Society of America A2, 1987, pp.586–591.
12. Стренг Г. Линейная алгебра и ее применения. – М.: Мир, 1980.
13. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и Статистика, 2002.
14. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1986.
15. Макс Ж. Методы и техника обработки сигналов при физических измерениях. – М.: Мир, т.1, 1983.

## Increasing sensitivity roentgenogram analysis by means of automorphic mapping method in a basis of eigen images

**A. M. Akhmetshin**  
**L. G. Akhmetshina**  
*Dnepropetrovsk National University,*  
*Dnepropetrovsk, Ukraine*

### Abstract

A new method increasing sensitivity and space resolving power visual analysis of low contrast radiological medical images is outlined. Unlike from known methods of inverse fuiltering, the new method does not requier apriory knowledge the transfer function of image system forming and it can be applied to space-invariant and to space-noninvariant systems. Experimental results information possibilities of the method are presented.

**Key words:** automorphic mapping, sensitivity, resolving power, low contrast, eigen image.

## Підвищення чутливості аналізу рентгенівських знімків методом автоморфного відображення в базисі власних зображень

**О. М. Ахметшин, Л. Г. Ахметшина**  
*Дніпропетрівський національний*  
*університет, Україна*

### Резюме

Описан принципово новий метод підвищення чутливості і розрішальної здатності візуального аналізу низько-контрастних радіологічних медичних зображень. У відмінності від традиційних методів інверсної фільтрації, новий метод не вимагає апріорного знання апаратної функції системи формування зображення і може бути застосований як до просторово-інваріантних, так і просторово-неінваріантним системам. Представлено експериментальні результати демонструють інформаційні можливості методу.

**Ключові слова:** автомофне відображення, чутливість, розрішальна здатність, низький контраст, власне зображення.

## Переписка

д. физ./мат. н.  
 профессор **А. М. Ахметшин**  
 Днепропетровский национальный  
 университет  
 пер. Научный, 13  
 Днепропетровск, 49050, Украина  
 эл. почта: akhm@mail.dsu.dp.ua  
 тел.: +38 (056) 776 90 92

УДК 004.93

# Использование виртуальной КТ-эндоскопии крупных сосудов, бронхов и толстой кишки с использованием компьютерного томографа «ASTEION SUPER 4» фирмы ТОШИБА и станции «VITREA-2»

**В. Н. Соколов**

Одесский государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Украина

## Резюме

В работе представлены результаты практического применения виртуальной эндоскопии сосудов, трахеи, бронхов, кишечника без введения эндо-колоноскопа на основании обследования 12000 пациентов с различной патологией от исследования головного мозга до изучения сосудистой патологии нижних конечностей. Показана эффективность использования на втором этапе исследования рабочей станции Vitrea 2, которая обеспечивает улучшенную 2D, 3D и 4D визуализацию и анализ.

**Ключевые слова:** компьютерная томография, виртуальная эндоскопия, 3D визуализация.

**Клин. информат. и Телемед.**  
**2008. Т.4. Вып.5. с.37–40**

## Введение

В последние годы рентгеновский парк пополнился новой современной уникальной аппаратурой. Появились 2-х, 4-х, 16-ти, 64-х и 256-ти срезовые компьютерные томографы. Большинство из них укомплектованы мощными современными рабочими станциями, позволяющими обрабатывать полученные с помощью компьютерных томографов изображения исследованных органов.

В Украине, к сожалению, большинство томографов не укомплектовано станциями в силу их дороговизны, трудностями их освоения, отсутствием достоверных сведений о преимуществе их использования. Возникли проблемы с интерпретацией данных, получаемых с помощью станции.

## Цель исследования

Целью нашего сообщения явилось обобщение наших результатов, полученных с использованием 4-х срезового КТ «ASTEION SUPER 4» фирмы ТОШИБА (Япония), укомплектованного рабочей станцией «VITREA-2» фирмы «VITAL IMAGES Inc.» (США).

## Материал и методы

Компьютерный томограф «ASTEION SUPER 4» (рис. 1) представляет собой мультисрезовый КТ-сканер с возможностью одновременного сбора данных 4-х срезов толщиной от 0.5 до 5 мм, и отличающийся высокими эксплуатационными характеристиками с временем полного оборота до 0.75 сек. При использовании такого мультисрезового сбора данных время исследования значительно сокращается, спиральное сканирование протяженной области можно выполнить на одной задержке дыхания пациентом. Дополнительными преимуществами являются: улучшение пространственного разрешения; повышение эффективности использования рентгеновского излучения; уменьшение дозовой нагрузки и снижение артефактов.

Применяемая мультисрезовая технология системы Asteion позволяет просматривать данные в любой проекции без потери качества изображения. Сканирование с толщиной среза 0.5 мм применяется для исследования мозгового кровотока, легких, позвоночника, суставов и конечностей. Эта технология позволяет расширить диагностические возможности КТ и существенно улучшить качество мультипланарной реконструкции (МПП) и 3D реконструкции, которые не только повышают надежность диагностики, но также помогают

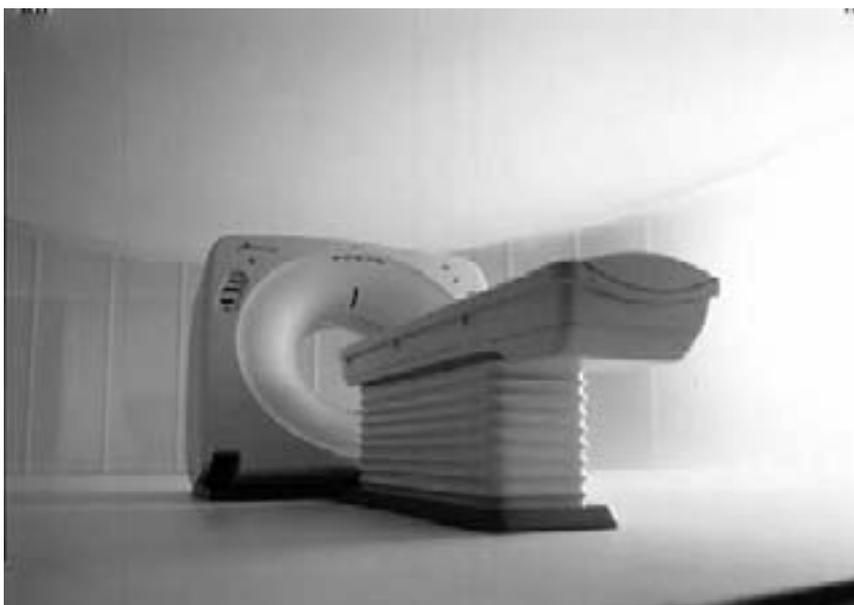


Рис. 1. Компьютерный томограф «ASTEION SUPER 4» фирмы ТОШИБА.

в управлении большим количеством данных, полученных с помощью мультисрезового сканера.

Являясь новатором в технологии компьютерной томографии, фирма «Toshiba» первой разработала возможность КТ-рентгенографии в реальном времени. Сейчас эта функция входит в обширные пакеты программ КТ в реальном времени. Функции SureScan и SureStart являются стандартом в системе Asteion. Эти свойства обеспечивают показ в реальном времени 12-ти изображений в секунду для спирального сканирования. Функция SureScan позволяет сразу же завершить сбор данных, как только достигнута нужная область интереса, обеспечивая существенное снижение дозы на пациента и экономию времени.

Компьютерный томограф «ASTEION SUPER 4», обладающий мощной станцией «VITREA-2», обеспечивает улучшенную 2D, 3D и 4D визуализацию и анализ, давая врачу возможность подготовить отчет о пациенте за считанные минуты.

В сообщении использованы собственные наблюдения, а также данные как отечественных, так и зарубежных авторов. Нами было решено поделиться своим опытом применения рабочей станции «VITREA-2» при проведении виртуальной прицельной навигации сосудов, бронхов и толстой кишки.

В «VITREA-2» используется самый современный из доступных сегодня в мире процессор для обработки больших объемов изображения исследуемых органов, полученных с помощью КТ.

Нами обследовано примерно 12000 пациентов с различной патологией, на-

чиная с исследования головного мозга и заканчивая изучением сосудистой патологии нижних конечностей.

Из них:

- 108 пациентам – виртуальная КТ- (ангиография), ангиоскопия,
- 114 пациентам – виртуальная бронхоскопия,
- 87 пациентам – виртуальная колоноскопия.

При КТ-ангиографии использовался Визипак 320 или Омнипак.

Система «VITREA-2» воспроизводит изображение из целой серии, сохраняя детали объема, особенно внутренние структуры, которые могут быть потерянными или невидимыми при других способах визуализации.

«VITREA-2» позволяет увидеть данные пациента на экране в трехмерном режиме 3D. 3D-изображение можно поворачивать на любой угол, рассматривать его снаружи и изнутри, изменять опции режима визуализации для выделения на экране различных типов тканей (кости, сосуды, мышцы) в соответствии с конкретными клиническими задачами.

Рабочая станция может сделать окружающую ткань полностью прозрачной, что позволит увидеть сквозь нее поверхность кости.

В процессе освоения и использования рабочей станции «VITREA-2» мы оптимизировали ряд протоколов при исследовании различных органов и систем, особенно при проведении виртуальной эндоскопии сосудов, бронхов, толстой кишки, приблизив их к проводимой клинической практике.

## Результаты собственных исследований

### Принцип виртуальной эндоскопии

Виртуальная эндоскопия – это метод 3D изображения без введения в просвет трахеи, бронхов или кишки эндо-колоноскопа.

Виртуальная эндоскопия создает перспективные виды по средствам использования центральной проекции луча вместо параллельной.

Эндоскопический эффект создается при перемещении курсора (navigator) по ходу пути внутри бронхов или кишки. Это обеспечивает осмотр внутренних объектов. Во время прохождения курсора можно интерактивно изменить визуальное поле виртуального бронха или колоноскопа.

Углы обзора можно менять от 15 до 120. Оптимальными углами обзора мы считаем близкие к реальной эндоскопии, которые варьируют от 60 до 90.

МПР обеспечивает информацию КТ-плотности контрастного усиления, помогает оценить внутрисстеночную распространенность поражения, а также виртуальное эндоскопическое изображение, создает эндоскопическую проекцию в противоположном положении, а также изображение просвета сосуда.

В «VITREA-2» встроен порядок действий, обычно используемый в клинической рентгенологии, что делает применение станции «VITREA-2» наглядным и простым.

Благодаря сочетанию ранее несмысленной скорости обработки с встроенной клинической последовательностью процедур и клиническими протоколами просмотра, «VITREA-2» преодолевает все основные препятствия к рутинному использованию 3D-визуализации в диагностической рентгенологии.

Наибольший интерес, на наш взгляд, представляет исследование станции «VITREA-2» для изучения сосудистой патологии, патологии ЛОР-органов (гортани, трахеи, бронхиального дерева), особенно при невозможности их доступного исследования (наличие новообразований связочного пространства, повышенный рвотный рефлекс, пожилой возраст и др. причины).

Важным, на наш взгляд, явилось изучение с помощью станции «VITREA-2» сосудистой патологии с целью выявления разрастания внутренней стромы



Рис. 2. КТ-ангиография сосудов головного мозга. Аневризма передней соединительной артерии головного мозга. На поверхности сосуда видны многочисленные бляшки.



Рис. 3. Измерение диаметра просвета пораженного отдела брюшной аорты.

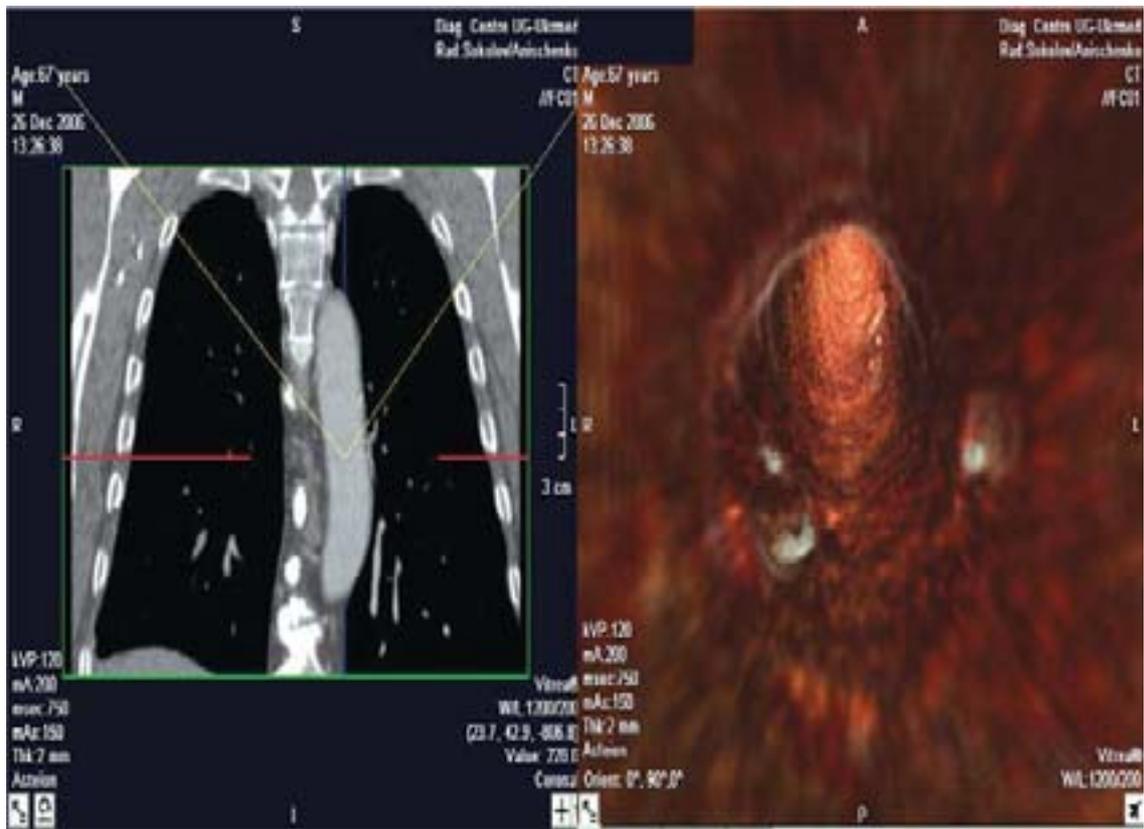


Рис. 4. КТ-ангиоскопия грудного отдела аорты.

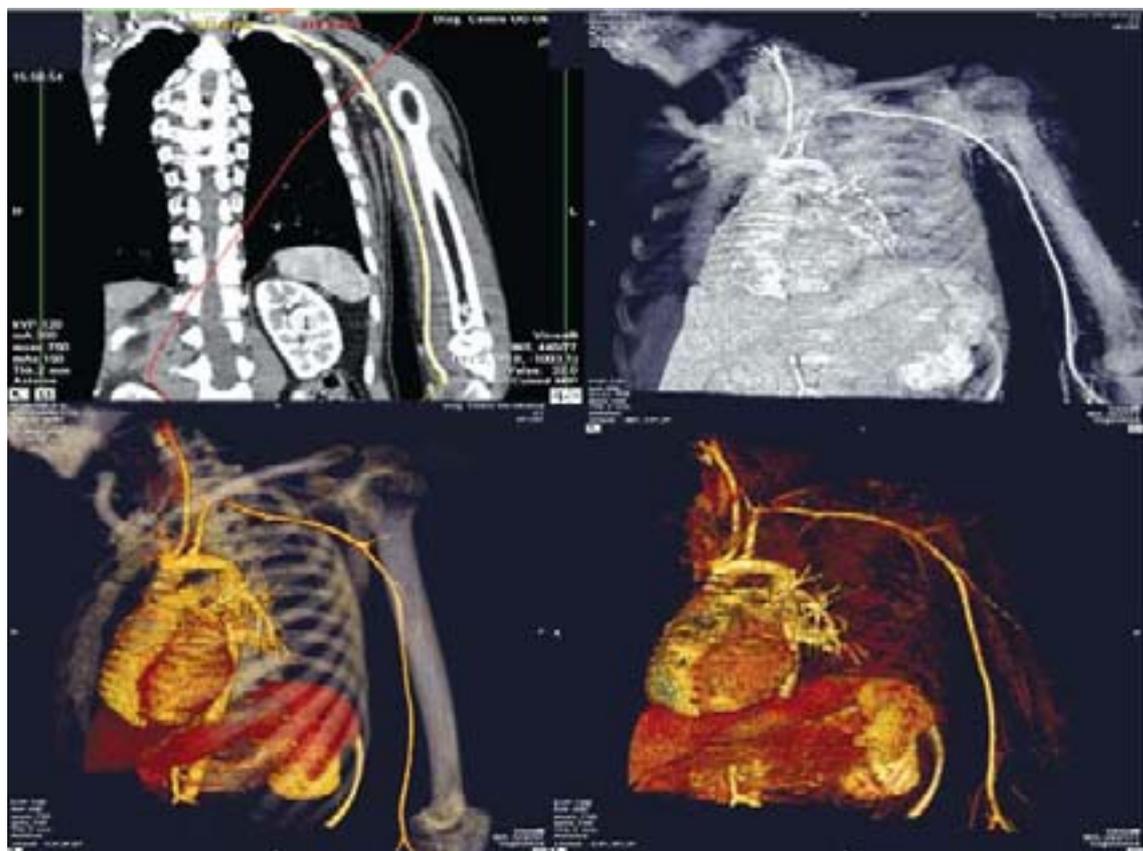


Рис. 5. КТ-ангиография верхних конечностей.



Рис. 6. КТ –ангиография нижних конечностей.

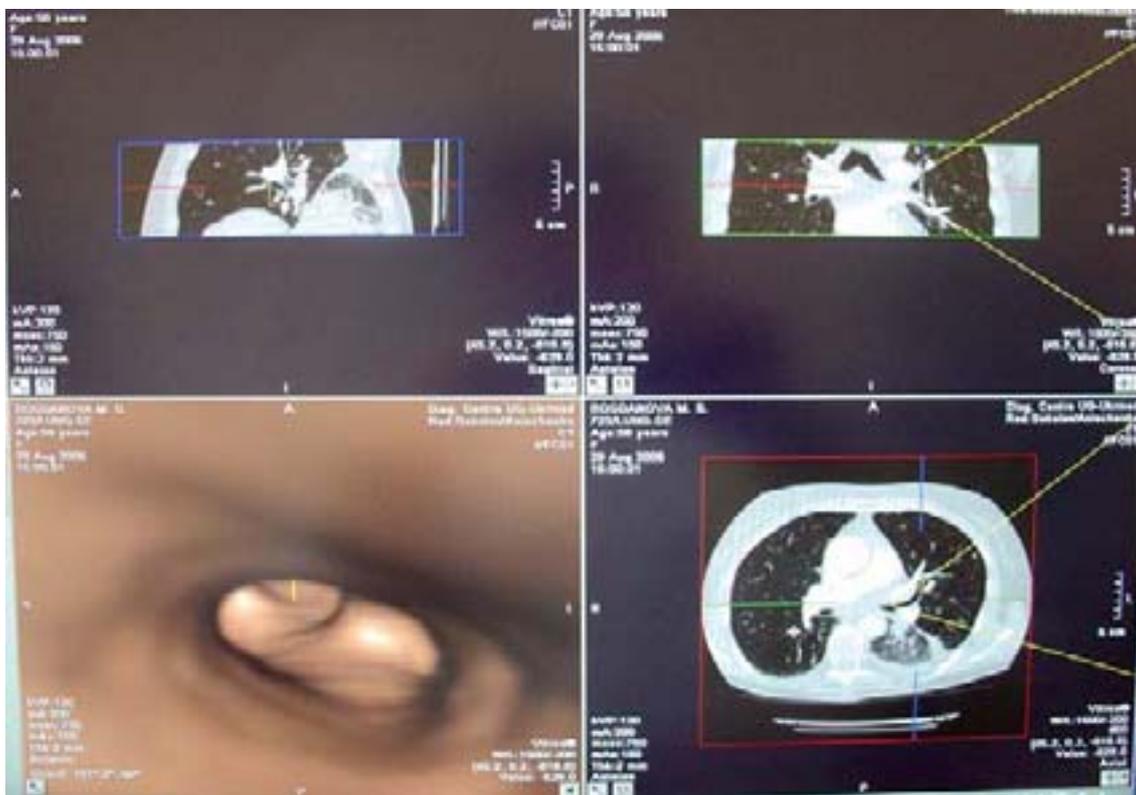


Рис. 7. Виртуальная бронхоскопия определила сужение нижнедолевого бронха. Отчетливо виден конгломерат внутри опухоли, в С 9 — ателектаз и гиповентиляция в С 10.

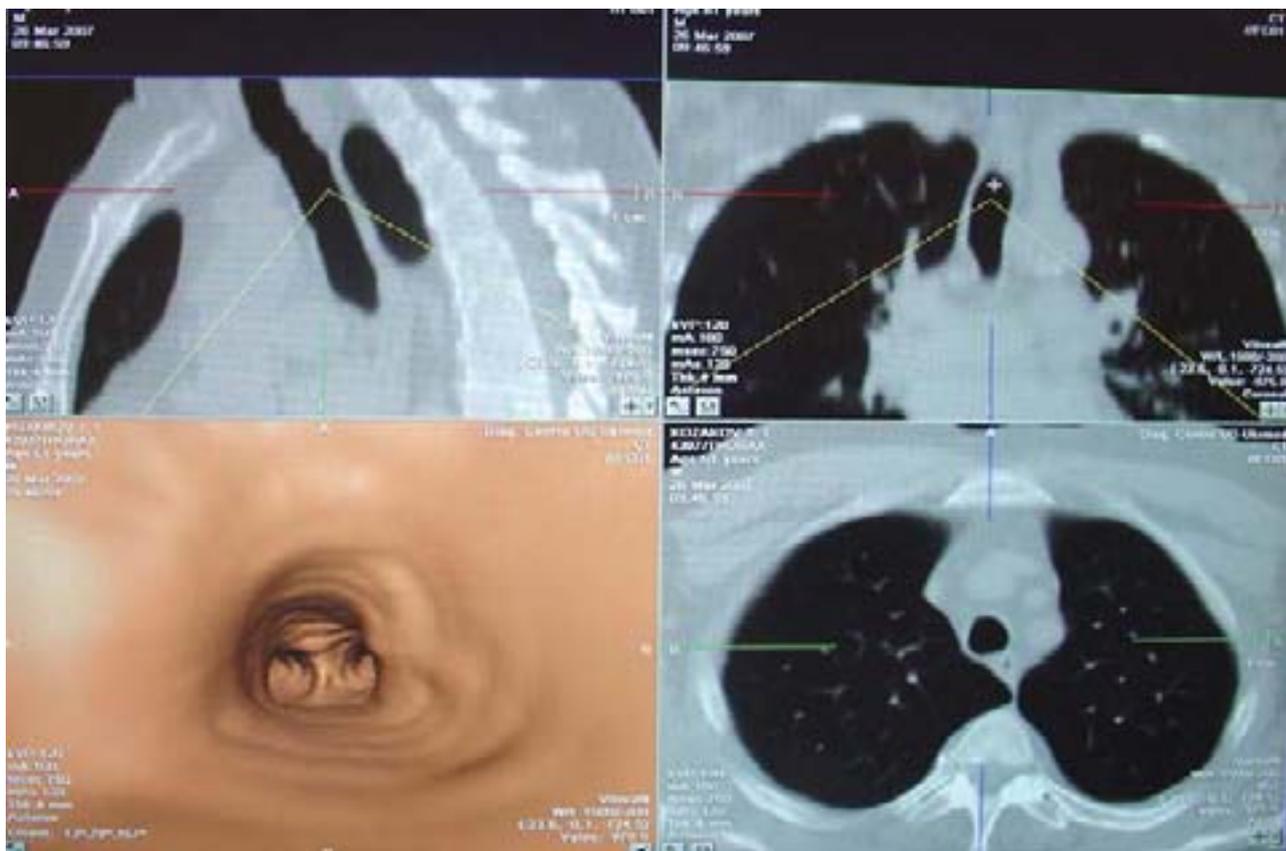


Рис. 8. Виртуальная бронхография.



Рис. 9. Опухоль правой голосовой связки.

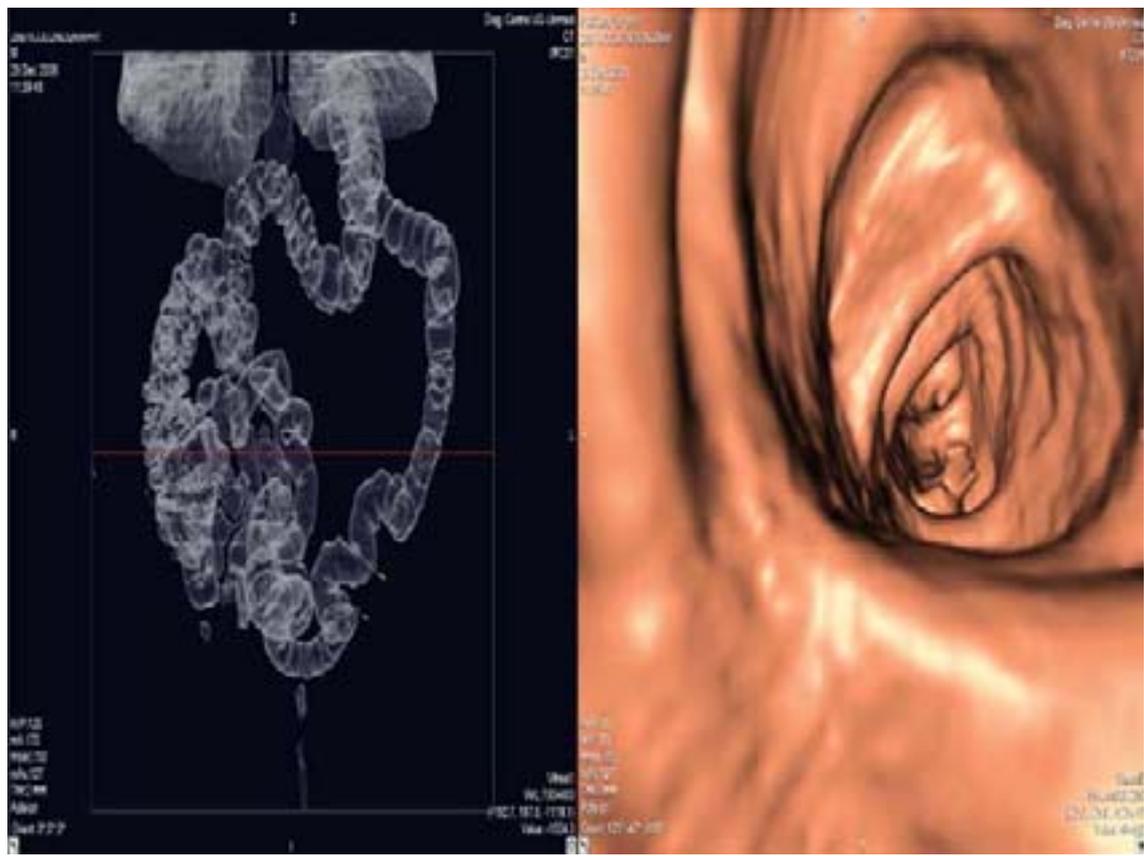


Рис. 10. Виртуальная КТ-колоноскопия (дивертикулы прямой кишки).

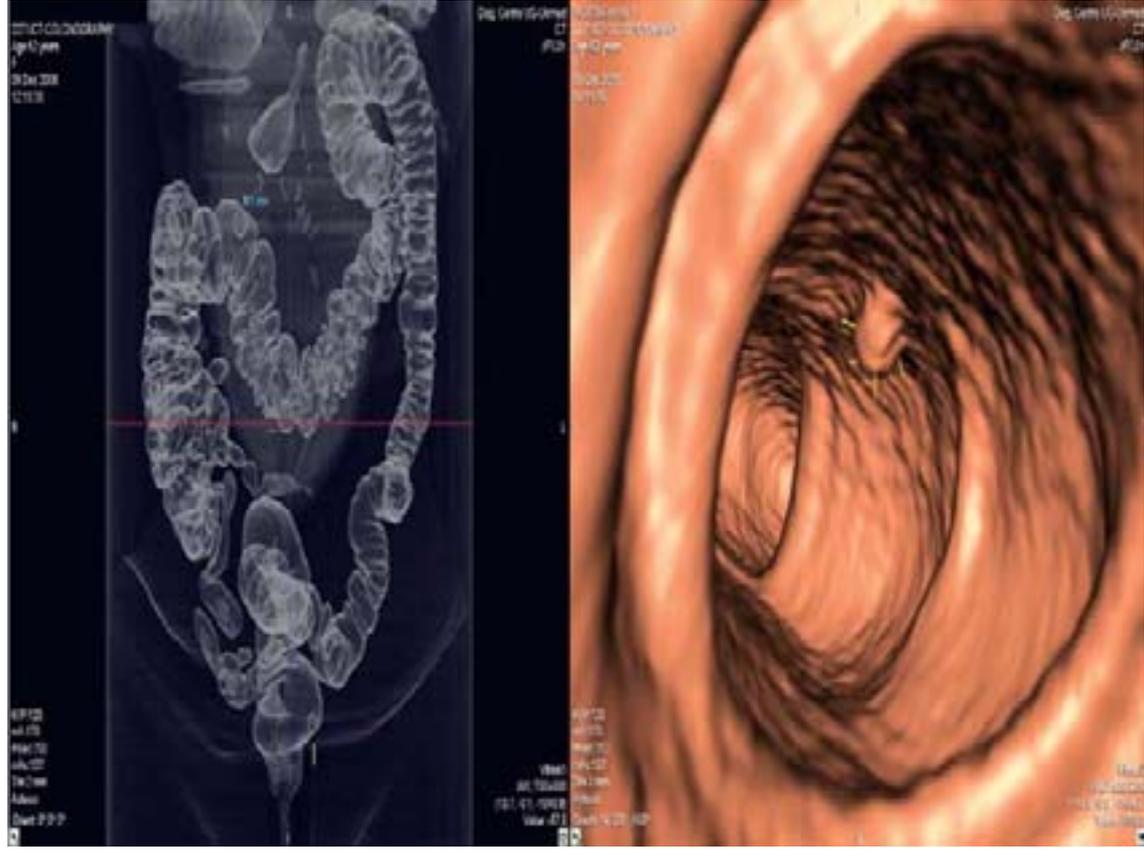


Рис. 11. Виртуальная КТ-колоноскопия (полипы прямой кишки).

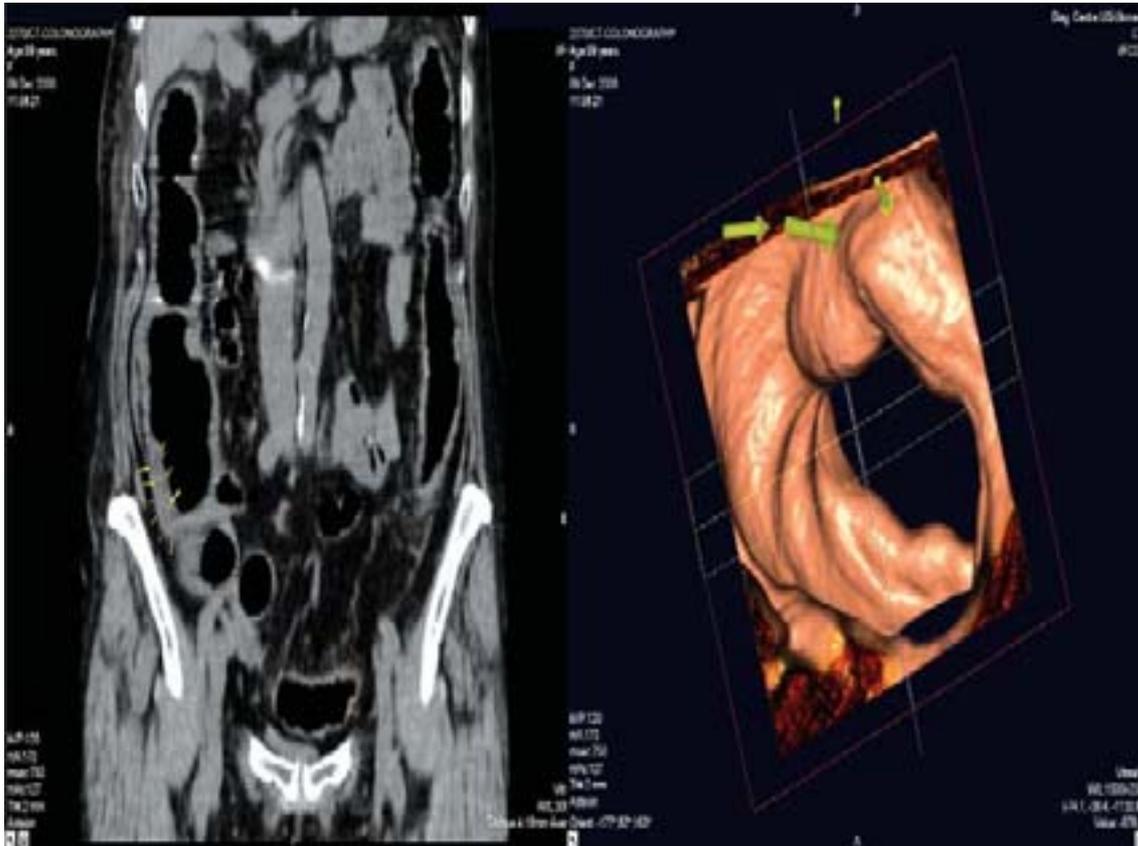


Рис. 12. Виртуальная КТ-колоноскопия (мембранозный баугинит).



Рис. 13. Рак прямой кишки (постлучевой фиброз).

сосудов, наличие в них бляшек, тромбов и эмболов.

Далеко немаловажным является изучение внутренней и наружной структуры желудочно-кишечного тракта (в основном толстой кишки).

Это обусловлено многими факторами и, в первую очередь, невозможностью проведения колоноскопии (трещины заднего прохода, наличие геморроидальных шишек, стенозирование прямой кишки, недержание водно-бариевого контраста).

## Виртуальная КТ-ангиография

При изучении внутренней структуры пораженных сосудов следует начать с подготовки станции, которая заключается в переключении из обычного исходного окна просмотра в режим Fly Through (режим виртуального просмотра) к виртуальной проекции.

Затем, в галерее станции «VITREA-2» выбираем протокол 3D Vascular Color и открываются 4 окна, 3 из них в МПР проекциях, а именно, в аксиальной, фронтальной и сагиттальной и одно окно в режиме виртуального просмотра Fly Through.

Нами использовался метод трехмерного объемного представления (3D volume rendering); метод отображения затемненной поверхности (surface shaded display); метод максимально интенсивной проекции (MIP); метод минимально интенсивной проекции (Min IP). Основной акцент сделан на наиболее современном методе — трехмерного объемного представления (volume rendering).

Виртуальная КТ-ангиография позволяет обнаружить потенциальные причины острой ишемии, такие как артериальный стеноз высокой степени, изъязвление бляшки или аневризму с частичным тромбированием, что позволяет предпринять тромболитическую терапию или отказаться от тромболитической терапии (рис. 2–6).

## Виртуальная КТ-бронхоскопия

При проведении виртуальной бронхоскопии используется следующий режим. Для изучения средостения и бронхов (ширина окна и уровень окна W/L — 300/700.

Эндоскопический эффект создается при перемещении курсора (navigator)

по ходу пути внутри бронхов или кишки. Это обеспечивает осмотр внутренних объектов. Во время прохождения курсора можно интерактивно изменить визуальное поле виртуального бронха.

Ориентацию в пространстве (трахеи, бронхов) мы производим с помощью МПР многоплоскостным переформатированием и по самим виртуально-эндоскопическим изображениям.

МПР обеспечивает информацию КТ-плотности контрастного усиления, помогает оценить внутристеночную распространенность поражения, а также виртуальное эндоскопическое изображение создает эндоскопическую проекцию в противоположном положении, а также изображение бронха, что обеспечивает оценку их внутренней поверхности.

Виртуальная бронхоскопия позволяет выявлять полиповидные выбухания просвета бронхов, лимфатических узлов, которые могут выпячивать стенку бронха на уровне поражения, выявлять заболевания гортани, подвязочное гортанное пространство, недоступное при обычной бронхоскопии при поражении гортани.

Этот метод может служить проводником при выполнении стандартной бронхоскопии с целью проведения биопсии и взятия материала с более периферических отделов бронхов, а также для определения места для трансбронхиальной биопсии в случае периферического рака легких, расположенного вблизи главных сосудов. При проведении виртуальной бронхоскопии можно выявлять даже поражение сегментарных бронхов.

При виртуальной бронхоскопии дыхание и пульсация могут привести к искажениям бронхиальных стенок. Скопления слизи могут напоминать полиповидные изменения, хотя они часто имеют продолговатую форму и тем самым легко отличимы от полипов (рис. 7–9).

## Виртуальная КТ-колоноскопия

Виртуальная колоноскопия была проведена 87 больным, из них с подозрением на рак — 47 больных, с эрозивно-язвенной патологией — 20 больных, полипами — 20 больных.

Подготовка к исследованию больных проводилась по стандартной методике в течение 2–3 суток (диета, употребление большого объема жидкости для очищения кишечника, прием слабительного, 2-х разовое очищение кишечника с помощью клизмы).

За 30 минут до проведения колоноскопии вводится 5 мл бускопана или

коктейля, состоящего из 2 мл но-шпы, 2 мл папаверина и 1 мл баралгина.

Затем перектально с помощью дозированного компрессора вводится 400 мл контрастной смеси (390 мл воды и 10 мл контраста) и нагнетается компрессором воздух. Пациенты безболезненно переносят эту процедуру. За заполнением толстой кишки можно следить с помощью КТ-флюороскопа или сразу производить КТ-исследование.

Протокол сканирования включал коллимацию (толщину среза) от 1 до 3 мм; интервал реконструкции — 1–2 мм; питч (pitch) — 1.5–2.0; мягкотканый алгоритм реконструкции для оптимизации 3D-изображения. Полученные результаты сканирования оценивались в опции Colon CT.

Нами использовался метод трехмерного объемного представления (3D volume rendering); метод отображения затемненной поверхности (surface shaded display); метод максимально интенсивной проекции (MIP); метод минимально интенсивной проекции (Min IP). Основной акцент сделан на наиболее современном методе — трехмерном объемном представлении (volume rendering). Все обследования проводим при ширине окна W/L 1200/300.

Курсор устанавливается внутри прямой кишки и начинается автоматический просмотр прямой кишки изнутри, от прямой кишки до купола слепой кишки. Внимательно осматриваются переходы через селезеночные и печеночные углы, купол слепой кишки, особенно в зоне баугиниевой заслонки, зона расположения аппендикса.

При остановке курсора во время движения при препятствии переходим на ручной просмотр, поворачивая курсор в разные стороны.

Техника вышеперечисленного сканирования и проведения прицельной навигации позволит выявлять полипы размерами 5 или менее 5 мм, опухоли эндофитные и экзофитные, определять распространенность опухолевой инфильтрации вдоль кишки, прорастание стенки кишки, выявлять выход опухоли за пределы толстой кишки, определить прорастание ее в окружающие ткани и органы и, на этом основании, определять стадию рака, выявлять вторичные поражения при стенозах, при затруднительном прохождении эндоскопа (лучевой фиброз малого таза, выраженный послеоперационный спаечный процесс после простатэктомии или операциях на женских половых органах). При инфильтративных формах рака определяются утолщения стенки толстой кишки свыше 12–13 мм (при норме 2–3 мм). При воспалительных поражениях толстой кишки и, в частности, мембра-

нозом баугините, сохраняется нормальный внутренний рисунок кишки, сохраняется гаустрация кишки. Иногда приходится сталкиваться с трудностями дифференциальной диагностики полипов с мелкими каловыми массами. Полипы сохраняют свою структуру независимо от положения пациента, в то время как каловые кусочки смещаются при изменении положения пациента (рис. 10–13).

## Заклучение

Предлагаемая методика виртуального исследования сосудов, бронхов, гортани, толстой кишки позволяет значительно расширить диагностические возможности спиральной компьютерной томографии, в частности при использовании станции «VITREA-2».

## Выводы

1. По нашим данным, виртуальные исследования могут быть одним из основных способов диагностики гортани, толстой кишки, когда невозможны другие методы исследования.

2. Рабочая станция «VITREA-2» обеспечивает улучшенную 2D, 3D и 4D визуализацию и анализ, давая врачу возможность подготовить отчет о пациенте за считанные минуты.

3. Станция «VITREA-2» предлагает исключительную скорость формирования изображений и диалоговую процедуру работы. Методика проста, не требует значительных материальных затрат.

### Литература

1. М. Прокоп, М. Галански. Спиральная и многослойная компьютерная томография. – с. 1–416. 2006.
2. В. Н. Корниенко, И. Н. Пронин. Нейрорадиология. – с.179–273.
3. D. J. Lomas, P. R. Miller. Radiology. Colon carcinoma. CT imaging. p.558–562.
4. De Chiro G. et al. Tomorsand (arteriovenous malformations of the brain) assesment using CT Radiology 2000. 156, p.689–697.
5. Sokolov V. N., A. Son, Anishchenko. Use virtual CT-endoscopy large ves-

sels (bronchial tubes and a thick gut). The sixth international conference-high medical technologies in XXI century. Benidorm–Spaine. 2007.

6. Соколов В. Н. Использование виртуальной КТ-эндоскопии сосудов головного мозга и брюшной полости. Congresul 11al medicilor imagisti din Republica Moldova cu participare internationala. 2007.

дослідження робочої станції Vitrea 2, що забезпечує поліпшену 2D, 3D і 4D візуалізацію й аналіз.

**Ключові слова:** комп'ютерна томографія, віртуальна ендоскопія, 3D візуалізація.

## Application of virtual KT-endoscopy of large vesseles, bronchuses and colon with using computer tomograph «ASTEION SUPER 4» and «VITREA-2» station of TOSHIBA firm

V. N. Sokolov

The Odessa state medical university named. I. I. Mechnikov, Ukraine

### Abstract

Results of practical application of a virtual endoscopy of vesseles, trachea, bronchuses, and colon without introduction endo-colonoscope on the basis of inspection of 12000 patients with various pathology (from research of the brain till studying a vascular pathology of the lower finitenesses) are submitted in the paper. Efficiency of using of workstation Vitrea 2 which provides improved 2D, 3D and 4D visualization and the analysis is shown at the second investigation phase.

**Key words:** a computer tomography, a virtual endoscopy, multidimensional visualizatiion.

## Використання віртуальної КТ-ендоскопії великих судин, бронхів і товстої кишки з використанням комп'ютерного томографа «ASTEION SUPER 4» і станції «VITREA-2» фірми ТОШИБА

V. N. Sokolov

Одеський державний медичний університет ім. І. І. Мечнікова, Україна

### Резюме

У роботі представлені результати практичного застосування віртуальної ендоскопії судин, трахеї, бронхів, кишечника без уведення ендоскопа на підставі обстеження 12000 пацієнтів з різною патологією від дослідження головного мозку до вивчення судинної патології нижніх кінцівок. Показано ефективність використання на другому етапі

### Переписка

д.мед.н., професор **В. Н. Соколов**  
кафедра лучевой диагностики  
и терапии  
Одесского государственного  
медицинского университета  
им. И. И. Мечникова  
ул. Акад. Воробьева, 5  
Одесса, 65006, Украина  
тел.: +380 (48) 721 42 02  
эл. почта: demidowa@ukr.net

УДК 57(075.2)

# Біоінформатика як основний інструмент нанобіотехнології та наномедицини

С. В. Горобець, О. Ю. Горобець, Д. О. Дереча  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

## Резюме

В даній роботі розглянуто основні досягнення та сфери застосування біоінформаційних технологій. Вказано на перспективи їх розвитку у взаємозв'язку з суміжними областями знань, такими як нанобіотехнологія, наномедицина та інші.

**Ключові слова:** біоінформатика, геном, база даних, ДНК, нанобіотехнологія.

Клин. информат. и Телемед.  
2008. Т.4. Вып.5. с.41–49

## Розвиток біоінформатики

На початку нового тисячоліття відбулась визначна подія в науковому та суспільному житті — була прочитана повна нуклеотидна послідовність генома людини, що стало справжнім триумфом геноміки. На сьогодні, відомо декілька сотен повних послідовностей ДНК різних біологічних об'єктів починаючи з мікоплазм, вірусів, мікроорганізмів і закінчуючи людиною. Поява швидких методів розшифрування послідовності нуклеотидних пар у геномах різних організмів спричинило за собою появу великого числа генетичних текстів, у вигляді довгих символічних послідовностей. Молекула ДНК, носій генетичної інформації, являє собою біополімер, елементарною ланкою якого є нуклеотидна пара. Число таких пар у ДНК *E.coli* — 5млн, у дріжджів — 10 млн, у дрозофіли — 100 млн, у людини біля 3 млрд (3x10<sup>9</sup>).

Таким чином, першим фактором, що стимулював розвиток біоінформатики стала необхідність ефективного опрацювання величезних масивів інформації, отриманих експериментальними методами молекулярної біології. Біоінформатика лежить на стику молекулярно-біологічних і комп'ютерних технологій, її основні задачі можна було б визначити як розвиток та використання математичних і комп'ютерних методів для вирішення проблем молекулярної біології, першочергова серед них — це задача створення, підтримки і оновлення баз даних по молекулярній біології, інформація в які надходить з лабораторій, розсіяних по всьому світу. Починаючи

з 80-х років минулого століття були створені перші бази даних (БД) нуклеотидних послідовностей, вирішені питання зберігання, поповнення та забезпечення доступу до баз даних ДНК та РНК послідовностей та їх обробка (рис. 1). Таким чином перший етап інвентаризації всіх генів генома людини, що визначають життєдіяльність організму, був успішно пройдений.

## Геноміка, протеоміка, функціональна геноміка

Однак, для вирішення сучасних задач біотехнології та медицини, а саме: створення нових лікарських препаратів, своєчасної діагностики більшості хвороб, підбору нових високоселективних ліків, а також для отримання організмів з наперед заданими властивостями недостатньо прочитати всі літери генетичного коду та визначити необхідний комплект генів, що приймає участь в життєдіяльності організму [2, 3].

У зв'язку з цим наприкінці ХХ століття вчені приступили до інвентаризації білків — основних функціональних структур організму, і в середині 90-х років в біології виник новий розділ молекулярної біології — протеоміка, яка вивчає якісний і кількісний склад білків, що синтезуються клітиною. Порівняння протеом різних клітин в нормі і при патології дозволяє

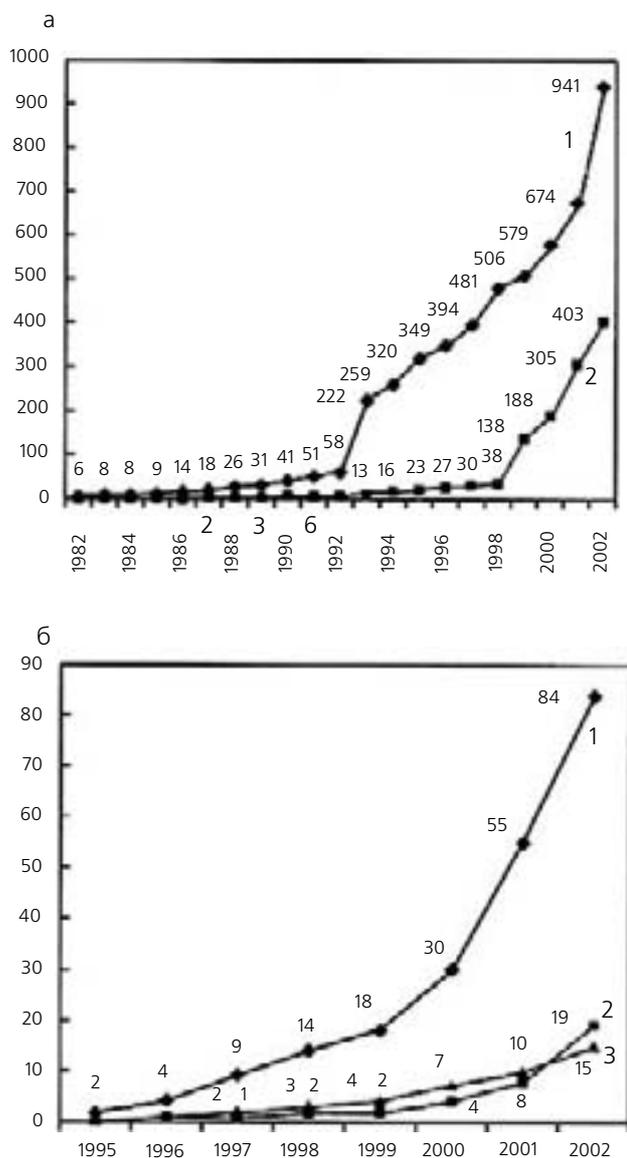


Рис. 1. Кількість повних геномів в базі даних GenBank: а — геноми вірусів (1) и органел (2); б — геноми бактерій (1), еукаріот (2) і архебактерій (3) [21].

визначити механізми, які впливають на розвиток патологічних реакцій. Результатом цього є розробка методів медичної діагностики, що базуються на змінах фізіологічного стану клітини і виражаються в пригніченні або стимуляції синтезу окремих білкових компонент клітини [2, 3, 4]. Так, в *in vitro* вже розроблені методи, які в змозі тимчасово або зовсім «виключити окремий ген» [4]. Ультрочутливість і специфічність сучасного протеомного аналізу дозволяють реєструвати розвиток патологічних процесів на ранніх етапах, без видимих симптомів захворювання, і ідентифікувати нові мішені для дії ліків, що створює основу пошуку нових патогенетичних

терапевтичних засобів. Одним з першорядних важливих медичних застосувань протеоміки — це виявлення пухлинних клітин, що «мовчать», за їх білковими профілями, порівняння клітин до і після зазначених впливів. Ці можливості створюють цілком нові перспективи як для діагностичної медицини, так і для фармацевтичної індустрії в плані створення нових лікарських препаратів.

Інший аспект протеоміки — з'ясування складу функціонально активних комплексів, що складають метаболічні ланцюги, а також взаємодії різних білків або субодиниць у складі олігомерних комплексів — це задачі функціональної протеоміки. Також функціональна

протеоміка іменується як клітинно-картована протеоміка, оскільки вона з'ясовує взаємодію білків у метаболічних шляхах.

## Роль інформаційних технологій

Таким чином, другим фактором, що стимулював подальший розвиток біоінформатики, став розвиток молекулярної біології. Якщо на початковому етапі, як вже зазначалося, основним фактором розвитку біоінформатики був об'єм біологічної інформації, який настільки великий, що її обробка традиційними методами стала неможливою задачею. То розвиток геноміки, протеоміки, функціональної геноміки і т.п. є неможливим без сучасних комп'ютерних методів таких, наприклад, як співставлення генетичних даних та на основі аналізу цих даних формування теоретичних припущень, які можуть бути перевірені дослідним шляхом та дають можливість отримувати нову інформацію [2, 4, 18]. Так, досить часто існує можливість знайти схожий, вже вивчений білок, завдяки чому спрогнозувати функцію нового. У випадку, якщо схожі білки в базі даних відсутні, проводиться пошук подібних структурних елементів білка. Тому велику роль в розвитку біоінформатики мають бази даних нуклеотидних та амінокислотних послідовностей в плані не тільки створення, підтримки і оновлення баз даних по молекулярній біології, а і можливостей співставляти подібні послідовності, завдяки чому в даний час співставлення послідовностей стало звичною частиною роботи з геномами [3, 4, 8, 19, 20] і дає вагомі результати. Наприклад, завдяки застосуванню співставлення нуклеотидних послідовностей, було визначено, що вірус атипової пневмонії є продуктом злиття двох вірусів: людини і тварини, завдяки чому були визначені механізми його дії та методи нейтралізації [3, 4]. Так, у людини генів тільки в 4–5 разів більше, ніж, наприклад, у нематоди (круглий черв'як). Тому частина генів людини має споріднені гени серед відомих генів нематоди, що полегшує пошук нових генів людини. Функції невідомих генів нематоди вивчати легше ніж аналогічних генів людини, в них легко здійснювати мутації, виводити їх з дії одночасно відстежуючи зміни, що відбуваються в організмі.

## Нанобіотехнології, наномедицина

Третім основним фактором розвитку біоінформатики стало те, що на сьогоднішній день передній фронт біотехнологічних та медичних досліджень перемістився з мікро- до наномасштабів та нанотехнологій [1], що знов таки в значній мірі пов'язано з розвитком геноміки і протеоміки [2] та сприяло розвитку нових інструментів та методів роботи з найбільш важливими біологічними макромолекулами, що потрапляють в область наномасштабів — ДНК, РНК та білків. Раніше для вивчення цих молекул та їх функцій використовувалась велика кількість хімічних реакцій. Проблема цього підходу полягає в тому, що реакції відбуваються стохастично, і тому можна вимірювати лише середні величини. Для того, щоб контролювати ці системи точно, необхідні інструменти, що взаємодіють з цими об'єктами на наномасштабі в їх природному середовищі [5]. Тому для розв'язання цих та багатьох інших задач нещодавно виникла нова область досліджень — нанобіотехнологія. Біотехнологія і нанотехнологія — це дві найбільш обіцяючі технології 21 сторіччя. Нанотехнологія — наука про наномасштабні структури, яка має справу зі створенням, дослідженням та використанням систем, що в 1000 разів менші, ніж компоненти, що на сьогоднішній день використовуються в області мікроелектроніки. Іншими словами нанотехнологія — це область науки, що стосується роботи з матеріалами та приладами на наномасштабному рівні. Нанобіотехнологія — це маніпуляція хімічними та фізичними властивостями речовини на молекулярному рівні. Нанобіотехнологія змінює спосіб нашого мислення, вона розмиває межі між фізикою, хімією та біологією. В промові всесвітнього відомого Нобелівського лауреата Річарда Феймана «На дні є багато кімнат» в 1959 році привертається особлива увага до цієї концепції — Якщо не вистачає розуму, то для зручності, розділимо цей всесвіт на частини, фізику, біологію, геологію, астрономію, і т.д. — Пам'ятайте, що природа їх не знає [1].

Очікується, що нанобіотехнологія створить інновації та зіграє важливу роль в різних біомедичних застосуваннях, не тільки в постачанні ліків, генній терапії, та генній інженерії [6], а також в формуванні зображень молекул, біомаркерів та біосенсорів. Транспорт ліків до мішеней і методи ранньої діагностики патологій є пріоритетними

областями наукових досліджень, в яких нанотехнологія гратиме основну роль [3]. Річард Смали, лауреат Нобелівської премії по хімії 1996 року проголосив про вступ в нову золоту еру пов'язану з становленням нової дисципліни, відомої, як наномедицина [7]. В широкому розумінні наномедицина — це процес діагностики, лікування, профілактики хвороб і травматичних випадків, розробка знеболювальних засобів, збереження і покращення здоров'я людини з використанням молекулярних (нано-) приладів і молекулярних знань про тіло людини.

Використання нанобіотехнологій включає в себе створення матеріалів і приладів, що спроектовані для взаємодії з тілами на субклітинному масштабі з високим рівнем селективності. Нанобіотехнологія пропонує багато революційних можливостей в боротьбі проти раку, нейродегенеративних захворювань, інфекцій та інших хвороб.

Так Національний інститут США «The National Institutes of Health Bioengineering Consortium» (BECON) проводив в 2000 році симпозиум «Нанонауки та технології формують біомедичні дослідження» [8]. Вісім областей нанонауки і нанотехнології були серед напрямків роботи конференції і вважається, що вони мають найбільше відношення до досліджень по біомедицині. Ці області включають в себе синтез і використання наноструктур, застосування нанотехнологій в терапії, біологічні наноструктури, електронно-біологічні поверхні розділу, прилади для ранньої діагностики хвороб, пристрої для вивчення окремих молекул, розробку сенсорів для космонавтів, військових, розробка біорідних та магнітокерованих сорбентів (для роботи з клітинами, макромолекулами, такими як ДНК, РНК, білки та ін.), нанофільтрацію, генетично модифіковану їжу та ін.

Області досліджень нанобіотехнології можуть знайти застосування в проектуванні фармацевтичних засобів, як функції генотипу пацієнта, і в застосуванні хімічних речовин для стимуляції виробництва, як функції генотипу рослини. Необхідно взяти до уваги, що нанобіотехнологія не є окремою дисципліною, а є точкою перетину традиційних наук, таких як фізика, біологія, хімія, матеріалознавство, інформатика та ін., що несуть разом колективне знання і експертизу, необхідну для розвитку цих новітніх технологій.

Зокрема, фізичні методи, такі як атомна силова мікроскопія (АСМ), скануюча тунельна мікроскопія (СТМ), електрофорез, магнітофорез, імунмагнітна сепарація, оптичні та магнітні

нанопінцети та ін., використовуються як інструменти для наноманіпуляцій біологічними об'єктами. Наприклад, наноманіпуляція біологічними об'єктами застосовується в таких галузях як:

- *Молекулярна хірургія.* За допомогою фізичної маніпуляції можна розрізати ДНК в будь-якому бажаному місці, тобто молекулярна хірургія за допомогою АСМ, лазерів та ензимів може вилучати та модифікувати специфічні гени [9, 10].

- *Молекулярні мотори.* Формування зображень окремих молекул та маніпуляція ними допомагає зрозуміти, як хімічні реакції генерують рух і сили в молекулярних машинах, і це дасть можливість побудувати високоефективні штучні наномашини [1]. Останні розробки американських вчених дозволили створити двуюго крокуючу молекулу (Університет Каліфорнії у Риверсайді) та навіть молекулярний «автомобіль», що котиться (Техаський університет Райса).

- *Лабораторія на чіпі.* Методи такі, як електрофорез, магнітофорез, електрообертання та оптичне розсіювання можуть бути інтегровані в пристрої лабораторії на чіпі, що дозволяють працювати з нуклеїновими кислотами, частками вірусних розмірів і забезпечують побудову потужних діагностичних приладів незвичайно малих масштабів. Великих досягнень в цій області досягла, зокрема, фірма Affymetrix, ДНК-чіп якої вміщується на половині долоні.

- *Секвенування ДНК.* Звичайне секвенування не забезпечує точність розділу ДНК на окремі фрагменти і забирає дуже багато часу для довгих ДНК. З використанням точних маніпуляцій, наприклад, з використанням магнітних міток, фрагменти ДНК можуть вирізатися по порядку точно та швидко [12].

- *Розмірна сепарація ДНК.* Методи типу глобулярної трансформації і серії дипольних уловлювачів [13] можуть використовуватися для розмірної сепарації ДНК значно швидше, ніж гелеві методи для великих молекул. Дипольні уловлювачі, поміщені біля входу каналу капілярного електрофорезу, можуть значно покращити роздільну здатність цього методу [14]. Це може знайти широке застосування у сучасних мікрорідних аналітичних установах.

- *Клітинна інженерія.* Може використовуватися для введення штучних хромосом в живі клітини і виробляти антитіла, які можуть використовуватися для лікування раку та інших хвороб [15, 16].

- *Нановиробництво.* АСМ може використовуватися для вибору та пересадження ДНК на силіконову поверхню. Це може використовуватися в нановиробництві сенсорів та біоелектронних пристроїв [17].

## Задачі біоінформатики

Перехід від біотехнології до нанобіотехнології, тобто від мікро- до нанорівня, та відповідно подальше вдосконалення методів дослідження молекулярно-біологічних даних, розвиток протеоміки, функціональної протеоміки, метаболіки та ін. поставило перед біоінформатикою наступні задачі [2]:

- 1). Аналіз геномів, виділення з їх складу окремих генів, їх екзон-інтронної структури, сигнальних послідовностей і т.п.
- 2). Передбачення функцій генів і експресованих ними продуктів.
- 3). Виявлення генів – потенційних мішеней дії нових ліків.
- 4). Оцінка ролі окремих складових амінокислотної послідовності у функціонуванні білка.
- 5). Побудова молекулярних моделей білків і нуклеїнових кислот, виходячи з їх послідовностей.
- 6). Дослідження механізму функціонування макромолекул, виходячи з їх молекулярних моделей.
- 7). Комп'ютерне конструювання ліків, засноване на раціональному виборі генів-мішеней і молекулярних моделей їх білкових продуктів.

Таким чином, біоінформатика – область науки, що розробляє і застосовує технології інформатики для аналізу, систематизації молекулярно-біологічних даних, моделювання процесів, що відбуваються на молекулярному рівні з метою виявлення структур, функцій та взаємодії макромолекул (ДНК, РНК, білків) з подальшим використанням цих знань при створенні нових лікарських препаратів та нановиробів для діагностики і лікування, а також отримання організмів з наперед заданими властивостями [2].

## Інформаційні ресурси з біоінформатики, пошукові системи, системи обробки інформації

На поточний момент відомо сотні повних геномів різних організмів, інформація про які знаходиться в БД, існують

сотні web- систем, на яких ці бази даних доступні для огляду та пошуку даних по молекулярній біології і близьким до неї дисциплінам. Кожна з них має свій формат даних, різну кількість надлишкової інформації, зв'язок з іншими базами даних [23, 24].

Найбільшими базами даних нуклеотидних та амінокислотних послідовностей є (EMBL, GenBank, DDBJ, Ген-експрес, SWISS-PROT, PIR) вони поповнюються дослідниками через Internet. Надалі ці дані проходять перевірку. Іншим джерелом інформації для них є наукова література [4, 45, 46]. Більшість баз даних, що містять подібну біологічну інформацію постійно синхронізуються, наприклад, бази даних нуклеотидних послідовностей EMBL, GenBank, DDBJ [29].

Поряд з загальними базами даних, що містять інформацію щодо нуклеотидних і амінокислотних послідовностей, існує багато спеціалізованих інформаційних ресурсів, які містять отримані за допомогою комп'ютерної обробки результати теоретичних прогнозів, що відносяться до певних предметних областей, спеціалізовані бази даних по регуляторних ділянках нуклеотидних послідовностей, бази даних по експресії генів, бази даних послідовностей РНК, структурі білків, мутаціям, метаболічним шляхам, трансгенним організмам, науковій літературі, програмному забезпеченню та по самим базам даних [25, 26, 27, 49].

Мабуть і в майбутньому поряд з загальними базами даних будуть створюватися спеціалізовані інформаційні ресурси, що мають відношення до певних предметних областей [52]. Перелік найбільш відомих біоінформаційних ресурсів наведено в табл.1.

Програмне забезпечення баз даних повинно задовольняти наступним функціональним вимогам [27, 32, 33, 50]:

- Необхідно, щоб об'єм баз даних був практично не обмеженим (тобто обмежений лише параметрами апаратних засобів).
- База даних повинна бути достатньо гнучкою для забезпечення проходження процесу перебудови по мірі її заповнення, так як попереднє проектування детальної структури бази даних по молекулярній біології є неможливим.
- Бази даних повинні бути інтегровані з різними міжнародними базами даних, постійно оновлюватися, синхронізуватися з аналогічними базами даних та мати системи перевірки даних, що надходять.
- Бази даних повинні підтримувати не лише стандартні мультимедійні формати, але й ряд спеціальних гіпермедіа-сервовищ (просторові структури молекул, хімічні структурні формули та ін.).

• Експлуатація та поповнення баз даних через комп'ютерні мережі має бути легко доступним та зрозумілим для користувачів, які не мають комп'ютерної підготовки (біологи, медики).

Всі існуючі бази даних надають можливість роботи з ними через Internet та практично усі вони використовують стандартні методи пошуку [50], наприклад, Genbank надає можливість роботи з одною з двох пошукових систем [29, 32, 33]:

- Entrez (пошук по назві, номеру, організму, автору і т. ін. [53]). Забезпечує доступ до амінокислотних і нуклеотидних послідовностей, їх тривимірних структур, а також до повних секвенованих геномів, надає графічне відображення генів. Практично для кожної послідовності можна підібрати подібні послідовності та вже розраховані і визначені дво- та тривимірні структури, що мають відношення до даної послідовності.
- Blast (пошук за подібністю) – порівнює надану інформацію з послідовностями, що вже є в базі для пошуку подібних.

Робота з БД може проходити в двох режимах:

- Offline-інтерфейс – спочатку з мережі Internet на локальний комп'ютер скачується частина бази даних, потім з цією частиною проводиться подальша робота.
- Режим клієнт-сервер – на локальному комп'ютері встановлюється програма математичної обробки нуклеотидних послідовностей або послідовностей амінокислот, далі дана програма з'єднується з сервером бази даних і обробляє інформацію без скачування останньої на локальний комп'ютер.

В той же час, інтенсивно розвиваються системи обробки інформації та пошукові системи, що збирають і обробляють інформацію відповідно до запитів користувачів [7, 47].

Як було відзначено, на поточний момент відомо сотні повних геномів різних організмів, більшість з яких не може бути детально вивчена в дослідній лабораторії [42, 44], так як пряме вивчення займає надто багато часу. В той же час від генетичної вивченості виду залежать усіх в розвитку біотехнології, медицини, фармації та інших пов'язаних з ними галузей. Генетична вивченість виду на сучасному рівні визначається насиченістю його геномної карти тобто кількістю генетичних маркерів (генів і нуклеотидних послідовностей), чие положення (локалізація) визначено в хромосомі або локусі хромосоми, визначеністю інтрон-екзонних (кодуючи чи не кодуючи) областей генів, амінокислотних та просторових структур білків і т.д.

Табл. 1. Перелік найбільш відомих біоінформаційних ресурсів [27].

№	НАЗВА БАЗИ ДАНИХ	ХАРАКТЕРИСТИКА
НУКЛЕОТИДНІ ПОСЛІДОВНОСТІ		
1	GENBANK (National Centre for Biotechnology Information, Los-Alamos, USA) <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/</a> Заснована в 1982 р.	База даних генетичних послідовностей, містить анотовану колекцію всіх загально-доступних послідовностей ДНК, РНК та білків разом з літературними посиланнями. Поповнюється раз на 2 місяці. Станом на жовтень 1999 р. містить 3,841,163,011 нуклеотидних пар в 4,864,570 записах послідовностей, на вересень 2002 р. – 20,017,246,707 нуклеотидних пар в 8,293,265 записах послідовностей, на лютий 2004р. – 37,893,844,733 нуклеотидних пар в 32,549,400 записах послідовностей. Щоденно синхронізується з DDBJ та EMBL.
2	DDBJ (Center for Information Biology (CIB), DNA DATA Bank of Japan) <a href="http://www.ddbj.nig.ac.jp/">http://www.ddbj.nig.ac.jp/</a> Заснована в 1984 р.	База даних генетичних послідовностей. Збір інформації проводиться в першу чергу у японських вчених та з літератури. 75% зібраних послідовностей являють собою частково секвеновані фрагменти ДНК з декількох сотень експресованих генів, так званих EST (Expressed Sequence Tags).
3	EMBL (European Molecular Biology Laboratory) Geyselberg, Germany <a href="http://www.ebi.ac.uk/embl/">http://www.ebi.ac.uk/embl/</a> Заснована в 1982 р.	База даних нуклеотидних послідовностей. Поповнюється безпосередньо авторами, що визначили первинну структуру фрагмента ДНК чи РНК, окрім того містить, інформацію щодо кожного фрагменту включаючи літературні посилання, перехресні посилання на документи з інших баз даних.
4	ГЕНЭКСПРЕСС (ВИНИТИ-ИМГ Россия) <a href="ftp://ftp.infobiogen.fr/pub/db/Genexpress">ftp://ftp.infobiogen.fr/pub/db/Genexpress</a>	База даних генетичних послідовностей. Містить генетичні послідовності по 10,000 генів людини. Оновлюється раз на два місяці.
БІЛКОВІ ПОСЛІДОВНОСТІ ТА 3D СТРУКТУРИ		
5	SWISS-PROT (Department of Medical Biochemistry of the University) Switzerland, Geneva <a href="http://www.expasy.ch/sprot/sprot-top.html">http://www.expasy.ch/sprot/sprot-top.html</a>	Містить анотовані амінокислотні послідовності трансльовані з нуклеотидних послідовностей EMBL; адаптовані послідовності з PIR; а також послідовності опубліковані в літературі і надіслані безпосередньо авторами. Містить високоякісні анотації без збиткової інформації, посилання на споріднені бази даних (EMBL, Prosite, PDB). Кожна анотація містить опис функції білка, його доменної структури, особливостей пост-трансляційної модифікації. Оновлюється щотижня. Для академічних користувачів є безкоштовною.
6	PIR (Protein Information Resource, National Biomedical Research Foundation, USA) <a href="http://www-nbrf.georgetown.edu/pirwww/dbinfo/pirpsd.html">http://www-nbrf.georgetown.edu/pirwww/dbinfo/pirpsd.html</a>	Містить інформацію щодо білків для яких відомі нуклеотидні послідовності. Пошук організовано як по таксономії так і гомології. Має низький рівень збиткової інформації. Поповнюється щотижня.
7	MMDB (Molecular Modelling Database, Georgetown University, USA) <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure/</a>	Містить просторові структури білків, визначені дослідним шляхом (рентгеноструктурною кристало-графією та ЯМР-спектроскопією), надає інформацію про біологічну функцію та механізми, що з нею пов'язані; еволюційну історію і взаємозв'язок між макромолекулами. Входить до складу PDB, що містить також теоретичні моделі. Всі структури цієї бази даних мають первинні структури в NCBI. Оновлюється щоденно.
8	ENZYME <a href="http://www.expasy.ch/enzyme/">http://www.expasy.ch/enzyme/</a>	Містить інформацію щодо номенклатури ферментів, і описує всі типи білків, яким присвоєно номер EC (Enzyme Commission). Пошук реалізовано по EC-номеру, класам ферментів, хімічним компонентам, по кофакторам, по назвам хвороб, пов'язаних з ферментом. Версія 25.0 за липень 1999 року містить 3705 одиниці інформації.
СПЕЦІАЛІЗОВАНІ БІОІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ		
9	OMIM – ГЕНЕТИЧНИХ ХВОРОБ (John Hopkins University, USA) <a href="http://www3.ncbi.nlm.nih.gov/omim">http://www3.ncbi.nlm.nih.gov/omim</a>	База даних по генах людини та пов'язаними з ними хворобами. Підтримується NCBI. Оновлюється щоденно.
10	МУТАЦІЙ БІЛКІВ - PMD (Protein Mutant Database, Japan) <a href="http://www.genome.ad.jp/htbin/www_bfind?pmd">http://www.genome.ad.jp/htbin/www_bfind?pmd</a>	База даних призначена для досліджень в області білкової інженерії. Одинцею інформації є не білок а одна стаття присвячена мутації в білках. Версія за вересень 2002р. містить 26651 статтю.
11	КАТАЛОГ ГЕНІВ – GENES KEGG (Kioto, Japan) <a href="http://www.genome.ad.jp/kegg/">http://www.genome.ad.jp/kegg/</a>	База даних по систематичному аналізу функцій генів. Складається з шести баз даних – метаболічних шляхів (PATHWAY), генів (GENES), лігандів (LIGAND), дослідних даних по експресії генів (EXPRESSION и BRIT), білків (SSDB). Забезпечує можливість роботи з усіма крупними світовими інформаційними ресурсами. Оновлюється щоденно.
12	БАЗА ДАНИХ ПО БАЗАМ ДАНИХ – DBCAT (Databases Catalog) <a href="http://www.infobiogen.fr/services/dbca">http://www.infobiogen.fr/services/dbca</a>	Містить анотації більш ніж по 500 біологічним базам даних. В тому числі короткий опис, призначення, авторів бази та її адресу.

Основна складність у процесі виділення генів полягає у визначенні екзон-інтроної структури генів еукаріот, оскільки кодуєчі та некодуєчі ділянки, однозначно не виділяються. Ділянки кодуєчого гена (екзони) чергуються з некодуєчими фрагментами (інтронами), число екзонів та їх довжина в генах не визначені. По мірі картування генів еукаріот (особливо ссавців) стало зрозуміло, що гени, однакові по еволюційному походженню і функції, які вони виконують, (тобто гомологічні гени) часто виявляються зв'язаними з тими самими гомологічними генами в різних видах. На підставі цього передбачають ймовірний участок локалізації генів у одних видів, якщо відомо з якими генами гомологічні гени зв'язані в інших видах, тобто проводять «порівняльне картування». Таким чином існує можливість описати фізіологію організму шляхом комп'ютерного аналізу його генома, шляхом знаходження подібних структурних одиниць в геномах вже вивчених організмів [2, 3, 8, 22]. В даний час найбільш ефективним методом визначення біологічної функції гена є пошук схожих на нього нуклеотидних послідовностей в існуючих базах даних. З математичної точки зору поставлена проблема має відношення до задачі розпізнавання.

## Вивчення просторової структури і моделювання молекул

Як вже було відмічено, для розуміння функціонування макромолекул необхідно знати не тільки їх первинну структуру, а й просторову структуру та їх динаміку. У той час як розшифрування первинної структури молекул ДНК людини завершена, вивчення її просторової структури і моделювання знаходиться ще на самому початку. Передбачення просторової структури білків по амінокислотній послідовності, тобто фактично по послідовності нуклеотидних пар у ДНК, є однією з центральних задач біоінформатики. Важливість розв'язання цієї задачі полягає ще й у тому, що число відомих первинних білкових структур, встановлених по відомих нуклеотидним послідовностям ДНК, набагато перевершує число експериментально підтверд-

жених просторових білкових структур. Формально, володіючи інформацією про взаємодію між окремими атомами в поліпептидному ланцюзі з відомою первинною структурою і оточуючими таким ланцюгом молекулами розчинника, шляхом мінімізації вільної енергії всієї системи можна було б знайти просторову структуру. Але навіть для невеликого білка це задача пошуку глобального мінімуму функції десятків тисяч змінних, тому точне рішення подібної задачі за допомогою будь-якого суперкомп'ютера є цілком безперспективним [12]. В даний час для розв'язання проблеми фолдинга розроблена велика кількість наближених методів [11]. Відома просторова структура білка, гомологічного досліджуваному, вибирається у якості початкового наближення, а потім проводиться її уточнення [12]. Зрозуміло, що такі задачі під силу тільки сучасним суперкомп'ютерам, так як час і пам'ять, які використовуються в алгоритмах вирівнювання, зростають як квадрат довжини первинної структури. Так, для моделювання фрагментів ДНК, що містить 15 витків подвійної спіралі (150 пар основ), потрібно враховувати різні конфігурації як окремих нуклеотидів, що входять до складу ДНК, так і великого числа (більше сотні) молекул розчинника, що оточує макромолекулу. Такі обчислювальні експерименти з молекулами потребують величезних обчислювальних потужностей. Подібні задачі на сучасних комп'ютерах розраховуються днями і місяцями [43], і тільки при розпаралелювання обчислень і використанні суперкомп'ютерів, існує можливість істотно прискорити розрахунки, що дозволить вивчити просторову організацію великих фрагментів ДНК (сотні пар основ), включаючи надспіралізацію ДНК, механізми зв'язування ліків і інших біологічно-активних сполук із ДНК, а також комплексоутворення білок-ДНК [4, 34, 54, 55, 56]. При цьому одна з основних цілей дослідників полягає в розробці технологій візуалізації, які дозволили б перевести великі масиви інформації у більш зручні для сприйняття форми, ніж строки коду чи потоки випадкових, на перший погляд, послідовностей літер.

Основним прямим методом визначення просторової структури біологічних макромолекул (білків, нуклеїнових кислот) та їх комплексів, при атомній розподільній здатності є рентгеноструктурний аналіз (РСА) та ЯМР. Процедура розшифрування структури цим методом є складним і дорогим процесом, який включає в себе: а) виділення й очищення білка; б) кристалізацію очищеного білка; в) рентгеноструктурний експеримент; г) комп'ютерне розшифрування структури білка. Але й при використанні прямих

методів комп'ютерна частина є необхідною складовою процесу розшифрування структури макромолекул оскільки дані, отримані в рентгенівському експерименті, містять лише частину інформації, необхідної для реконструкції просторової структури молекули білка [61–69]. Це складна обчислювальна задача, яка зводиться до пошуку локального мінімуму в просторі 104–106 змінних. Застосування вище зазначених підходів зіштовхується з особливо значними труднощами при роботі з великими макромолекулярними комплексами, які особливо цікаві для біологів та медиків. Ось чому поряд з експериментальними методами, визначення структури білка комп'ютерними методами по структурі білка, гомологічного досліджуваному, не має альтернативи на даний час. Зрозуміло, що така задача ставить серйозні вимоги до потужності комп'ютерів.

## Суперкомп'ютерні технології в біоінформатиці

В зв'язку з вищевикладеним, суперкомп'ютерні технології для біологічних досліджень є необхідним та досить перспективним напрямком. Так в 2004 році було створено суперкомп'ютер здатний виконувати 100 трлн. операцій на секунду – в 80 разів більше в порівнянні з системами, що використовувались фірмою Celera Genomics [37] для запису генома людини. З часом вчені сподіваються створити суперкомп'ютер, що здатен виконувати 1000 трлн. операцій на секунду. За оцінкою Блейка, віце-президента компанії Compaq Computer по технічних обчисленнях, в найближчий час ринок технічних обчислень виросте майже в двічі, причому сегмент суперкомп'ютерів для досліджень в області генетики ростиме швидше за інші. Суперкомп'ютер, що розробляється Compaq Computer, Celera Genomics та Національною лабораторією в Сандії (шт. Нью-Мексико), міститиме від 10 до 20 тис. процесорів Alpha. Одною з головних задач Compaq є розробка оптимізованої до потреб геноміки програмної архітектури, що буде однаково ефективно працювати як на суперкомп'ютері зі 100 так і з 10 000 процесорів [37, 38, 59, 60].

До тих пір доки біологи не скористались суперкомп'ютерними технологіями для досліджень в області геному людини, сферою найбільш складних задач для обчислювальної техніки була ядерна

фізика. Зараз, при розробці алгоритмів для ведення генетичних досліджень, біологи повертаються до досліду фізиків-ядерщиків. Крег Вентер та інші вчені говорять про те, що нестача дослідників, котрі володіють навичками в області біоінформатики є фактором, що стримує дослідження в області геноміки. Таким чином, біоінформатика – складна дисципліна, що потребує знань в області фізики, математики, біології та інформатики [2, 20, 57].

При розробці систем візуалізації для геноміки і алгоритмів обробки генетичних даних на паралельних системах дослідники Сандії скористаються навичками, отриманими при створенні способів моделювання ядерних вибухів. «У нас в співтоваристві ядерщиків вважається, що нічого складніше, ніж розробка ядерного озброєння, не існує, – сказав Білл Кэмп, директор лабораторії в Сандії, – визнаю, геноміка складніше» [35, 37].

Біотехнологічні компанії конкурують між собою в пошуках методів обробки генетичної інформації. Так комп'ютерний алгоритм багатоваріантного аналізу активності генів, розроблений в американському Національному центрі дослідження генома людини, дозволяє вченим аналізувати взаємодію різних генів, в результаті якої виникає захворювання. Так лише близько 2% захворювань викликано дефектами генів та хромосом, а 98% захворювань викликано порушенням експресії нормальних генів, порушенням їх функцій. Тому алгоритм багатоваріантного аналізу активності генів може застосовуватись при дослідженні будь-якого захворювання [39]. Обмежуючим фактором розвитку є обчислювальна потужність комп'ютера, що застосовується при обробці генетичних даних за допомогою певного алгоритму. Тому фірми NuTec та IBM планують не тільки створити суперкомп'ютер для багатоваріантного аналізу активності генів, але й надати університетам, що працюють в області біотехнології, компаніям та фармацевтичним фірмам доступ через Internet до цього суперкомп'ютера та можливість використовувати даний алгоритм [40, 41].

## Стан та перспективи розвитку біоінформатики

В останній час кількість центрів біоінформатики виросла в декілька разів

і складає близько двох сотень по всьому світу. За кордоном біоінформатика перетворилась на область науки, що швидко розвивається [2]. Проекти в області біоінформатики активно фінансуються фармацевтичними та біологічними фірмами та науковими фондами США, Японії та країн Євросоюзу. В той же час на Україні на поточний момент відсутня будь-яка координація робіт в даному напрямку, нема державної підтримки наукових проектів. Користувачами ж подібних ресурсів є: [29]

- науково-дослідні інститути та ВУЗи біологічного, біотехнологічного, медичного та хімічного профілю;
- виконавці проектів по грантам МОН та НАН;
- біотехнологічні та фармацевтичні фірми.

Вже зараз звертають на себе увагу гігантські темпи росту біотехнологічних продуктів: у 1999 р. розроблялося 1200 нових молекул для фармацевтичних цілей, із них більш 50% відносилось до біотехнологічних продуктів. Ріст біотехнологічного ринку можна оцінити, порівнявши такі показники: якщо в 1991 р. загальний обсяг продажу біотехнологічної продукції складав 2 млрд дол., у 2000 р. – 16,5 млрд, то до 2008 р. прогнозується обсяг до 75 млрд дол. Таких темпів росту не знає жодна з існуючих галузей промисловості. Більш 70% усіх досліджень і практичних результатів у біотехнології пов'язано з одержанням фармацевтичних і біомедицинських препаратів. Технологічний вибух у пост-геномній ері спричинив за собою істотні зміни в інфраструктурі біотехнологічної індустрії. Сьогодні багато компаній займаються науковими дослідженнями: розробкою лікарських засобів, скринінгом геномів, відкриттям нових мішеней. До них підключилися приладобудівні фірми, що забезпечують технічний прорив у сучасній біотехнології. У цей процес утягуються біохімічні компанії, що упроваджують високо-стандартизовані реактиви і комплексні системи аналізу.

## Висновки

Таким чином, наступна революція, що очікується в високих технологіях, включає злиття нано- біо- та інформаційних технологій. Біоінформатика та нанобіотехнологія є найбільш наукоємними розділами технології та науки, в яких вітчизняні вчені можуть працювати на світовому рівні [7, 29]. Але для цього необхідно створення вітчизняного цент-

ру біоінформатики та його інтеграція з світовими біоінформаційними ресурсами.

Задачі центру:

- Наукова робота (проведення наукових досліджень та розробка нових інформаційних технологій).
- Навчальна робота (організація учбового процесу студентів, аспірантів, докторантів та викладацького складу; створення курсів підвищення кваліфікації; проведення конференцій, семінарів і т. ін.
- Надання послуг в сфері біоінформатики (методичних, інформаційних, наукових та ін.).

Для того щоб Україна не залишитись на узбіччі процесу розвитку біоінформатики в світі і змогла брати участь в сучасних біотехнологічних проектах, необхідно підсилити природні людські ресурси найбільш сучасними високотехнологічними засобами. Сучасна наука потребує все більших інформаційних ресурсів. Самі комп'ютери не здатні вирішувати наукові задачі, однак вирішувати такі задачі без комп'ютерів вже неможливо. Тому створення комп'ютерного центру біоінформатики, забезпечить інтеграцію та виконання на сучасному рівні робіт в області генетичної та протеомної інформації починаючи з розробки теоретичних методів і закінчуючи практичним застосуванням результатів фундаментальних досліджень в біології та медицині.

## Література

1. Salata O. V. Application of nanoparticles in biology and medicine // Journal of nanobiotechnology. – 2004, – P. 95–101.
2. Арчаков А. И. Геномика, протеомика и биоинформатика — науки XXI столетия // Фармацевтический вестник, №9 (208), 13 марта 2001 г.
3. Арчаков А. И., Геномика, протеомика, биоинформатика. // Медицинская газета № 26, 11 апреля 2001 г.
4. Свердлов Е. Д. Фрэнсис Крик в его прогнозе на 2000 год был почти абсолютно прав // Биоорганическая химия том 26, № 10, – 2000, – С. 761–766.
5. Шабарова З. А., Богданов А. А. Химия нуклеиновых кислот и их компонентов. – М.: Химия, 1978.
6. Баранов В. Медицина на пороге революции // (url) <http://nauka.relis.ru/08/0009/08009008.htm>
7. Арчаков А. И., Поройков В. В., Белкина Н. В., Гусев С. А., Дубанов А. В., Иванов А. С., Лагунин А. А., Лисица А. В., Скворцов В. С., Соболев Б. Н. Новые технологии в биомедицине: Биоинформатика. // (url) <http://www.mirrebenka.h10.ru/genomics.htm>

8. Мисюрлов Д. Нано-биотехнологические исследования находят применение в медицине. // В МИРЕ НАУКИ, № 8, – 2005.
9. I. Safarik, M. Safarikova, Magnetic nanoparticles and biosciences // Monatshefte für Chemie, – 2002, – P. 737–759.
10. A. Mehta, M. Rief, and et al. Single-molecule biomechanics with optical methods, Science, vol. 283, – 1999, – P. 1689–1695.
11. Mahtab R., Rojers J. P., Mnrphy C. J. Protein sized quantum dot can distinguish between «straight», «bent» and «kink oligonucleotides» // J. Am. Soc. – 1995, – P. 9099–9100.
12. Cote R., D. Rothwell, J. Palotay, R. Beckett and L. Brochu, Eds. SNOMED International: The Systematized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine. Northfield, IL: College of American Pathologists, – 1993.
13. Molday R. S., MacCenzie D. Immuno-specific ferromagnetic iron dextran reagents for the labeling and magnetic separation of cells // J Immunol Methods, – 1982, – P. 353–367.
14. Ma J., Wong H., Kong L. B. Peng K. W. Biometric processing of nanocrystallite bioactive apatite coating on titanium // nanotechnology, – 2003, – P. 619–623.
15. de la Isla A., Brostow W., Bujard B., Estevez M. et al Nanohybrid scratch resistant coating for teeth and bone viscoelasticity manifested in tribology // Mat Res Innovat – 2003, – P. 110–114.
16. G. V. Shivashankar and A. Libchaber Single DNA molecule grafting and manipulation using a combined atomic force microscope and an optical tweezer, Appl. Phys. Lett., vol. 71, – 1997, – P. 27–3729.
17. Sahoo K. S. and Labhasetwar V. Nanotech Approaches to Drug Delivery and Imaging, DDT Vol. 8, – 2003, – P. 1112–1120.
18. Гельфанд М. С., Миронов А. А. Вычислительная биология на рубеже десятилетий // Молекулярная биология. – 1999, С. 969–984.
19. Экспериментальные методы исследования белков и нуклеиновых кислот // Под ред. М. А. Прокофьева. – М.: Изд-во МГУ, 1985.
20. М. С. Гельфанд, В. А. Любецки. Биоинформатика от эксперимента к компьютерному анализу и снова к эксперименту. Вестник РАН, том 73, № 11, – 2003 С. 987–994.
21. Koonin E. V., Galperin M. Y. Sequence-Evolution-Function: Computational approaches in comparative genomics. Kluwer Academic Press, – 2003.
22. Bryan Bergeron Bioinformatics Computing. Prentice Hall PTR, – 2002, – 439p.
23. Balas, E., S. Boren and G. Brown, Eds. Information Technology Strategies from the United States and the European Union. Amsterdam: IOS Press, – 2000.
24. Altschul, S., M. Boguski, W. Gish and J. Wootton. Issues in Searching Molecular Sequence Databases. // Nature Genetics – 1994, – P. 119–129.
25. Jagota A., Data Analysis and Classification for Bioinformatics. Santa Cruz, CA: Arun Jagota, – 2000.
26. Mack, R., Y. Ravin and R. Byrd. Knowledge Portals and the Emerging Digital Knowledge Workplace. // IBM Systems Journal – 2001, – P. 814–830.
27. Объединенный центр вычислительной биологии и биоинформатики. // Институт математических проблем биологии РАН. (url) <http://www.jcibi.ru>.
28. Арчаков А. И., Пороиков В. В., Белкина Н. В., Гусев С. А., Дубанов А. В., Иванов А. С., Лагулин А. А., Лисица А. В., Скворцов В. С., Соболев Б. Н. Новые технологии в биомедицине: Биоинформатика. // (url) <http://www.mirrebenka.h10.ru/genomics.htm>
29. (url) [http://severin.ru/laboratories/petrosoyan\\_grp.php](http://severin.ru/laboratories/petrosoyan_grp.php), – 2004
30. Celko, J. Data & Databases: Concepts in Practice. San Francisco, CA: Morgan-Kaufmann, – 1999.
31. Binstock, A. and J. Rex. Practical Algorithms for Programmers. New York: Addison-Wesley, – 1995.
32. Benson, D., I. Karsch-Mizrachi, D. Lipman, J. Ostell, B. Rapp and D. Wheeler. «GenBank.» Nucleic Acids Research, – 2000, – P 15–18.
33. Компьютерный анализ генетических текстов // А. А. Александров, Н. Н. Александров, М. Ю. Бородовский и ДР. М.: Наука, – 2002.
34. Bergeron, B. and R. Rouse. Cognitive Aspects of Modeling and Simulating Complex Biological Systems. Structuring Biological Systems: A Computer Modeling Approach (S. Iyengar, Ed.). Boca Raton, FL: CRC Press, – 1992, – P. 125–166.
35. Marti-Renom, M., A. Stuart, A. Fiser, R. Sanchez, F. Melo and A. Sali. Comparative Protein Structure Modeling of Genes and Genomes. // Annual Review of Biophysics and Biomolecular Structure, – 2000, – P. 291–325.
36. (url) <http://compaq.com>.
37. (url) <http://www.celera.com>.
38. Sahoo K. S. and Labhasetwar V. Nanotech Approaches to Drug Delivery and Imaging, DDT Vol. 8, No. 24, – 2003, – P. 1112–1120.
39. (url) <http://nutec.com>.
40. (url) <http://www.ibm.com>.
41. D. Bakewell, M. Hughes, J. Milner, and H. Morgan, Dielectrophoretic manipulation of Avidin and DNA, Proc of the Int. Conf. of the IEEE Engg. In Medicine and Biology Soc., Vol. 20, N. 2, – 1998, – P. 1079–1082.
43. Banatao R. Visualization. Bioinformatics Methods and Techniques // Stanford University, Stanford Center for Professional Development, – 2002.
44. Vaxevanis, A. and B. Ouellette, Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins. New York: John Wiley & Sons, – 2001.
45. Jagota, A. Data Analysis and Classification for Bioinformatics. Santa Cruz, CA: Arun Jagota, – 2000.
46. Garfinkel S. Database Nation. Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates, – 1997.
47. Ratledge C. and Kristiansen B. Eds. Basic Biotechnology. New York: Cambridge University Press, – 2001.
48. Smith D. Java for the World Wide Web. Berkley, CA: Peachpit Press, – 1998.
49. Agarwal P. and States D. Comparative Accuracy of Methods for Protein Similarity Search. Bioinformatics, – 1988, – P. 40–47.
50. Altschul, S., M. Boguski, W. Gish and J. Wootton. Issues in Searching Molecular Sequence Databases. // Nature Genetics, – 1994, – P. 119–129.
51. Binstock A. and Rex J. Practical Algorithms for Programmers. New York: Addison-Wesley, – 1995.
52. Cote, R., D. Rothwell, J. Palotay, R. Beckett and L. Brochu, Eds. SNOMED International: The Systematized Nomenclature of Human and Veterinary Medicine. Northfield, IL: College of American Pathologists, – 1993.
53. Van Ginneken, A. The Structure of Data in Medical Records. // Yearbook of Medical Informatics (J. Van Bommel and A. McCay, Eds.). Stuttgart, Germany, Schattauer, – 1995, – P. 61–70.
54. Altman R. Pairwise & Multiple Sequence Alignment, Bioinformatics Methods and Techniques. Stanford University, Stanford Center for Professional Development, – 2002.
55. Altschul, S., W. Gish, W. Miller, E. Myers and D. Lipman. Basic Local Alignment Search Tool. // Journal of Molecular Biology, N 215, – 1990, – P. 403–410.
56. Apostolico, A. and R. Giancarlo. Sequence Alignment in Molecular Biology. Journal of Computational Biology, N 5, – 1998, – P. 173–196.
57. Cheng B. Protein Structure Analysis. // Bioinformatics Methods and Techniques. Stanford University, Stanford Center for Professional Development, – 2002.
58. Eddy S. Hidden Markov Models. // Current Opinion in Structural Biology, N 6, – 1996, – P. 361–365.
59. Schuler G. Sequence Alignment and Database Searching. // Meth Biochem Anal, N 39, – 1998, – P. 145–71.
60. Thompson, J., F. Plewniak and O. Poch. A Comprehensive Comparison of Multiple Sequence Alignment Programs. Nucleic Acids Research, – Vol 27, – 1999, – P. 2682–2690.
61. Попов Е. М. Успехи химии, Т 64, – 1995, – С. 143–1182.
62. Зоркий П. М., Зоркая О. Н. Обыкновенная органическая кристаллохимия // Журн. структур. химии, Т 39, № 1, – 1998, – С. 126–151.
63. Зоркий П. М. Структура органического кристалла. // соросовский образовательный журнал Т 7, № 11, – 2001, – С. 53–58.
64. Лахно В. Д. Биоинформатика и высокопроизводительные вычисления / В. Д. Лахно // Вестн. РФФИ., – 2000, – С. 38–45.
65. Копылов А. М. Рентгеноструктурный анализ рибосом – статика динамики / А. М. Копылов // Биохимия. – 2002. – Т. 67, вып. 3. – С. 449–460.

66. Копылов А. М. Рентгеноструктурный анализ РНК – белковых комплексов / А. М. Копылов // Биохимия., – Т.61., – 1996, – С. 1911–1916.
67. Лунин В. Ю. Рентгеноструктурный анализ белков: пробл. расшифровки структуры: Докл. на III всесоюз. совещ. «Математические методы для исследования полимеров», (Пушино, 2123 июня 1983г.): Препринт / В. Ю. Лунин. – Пушино, – 1983, – 19с.
68. Никифоров В. Г. Структурно-функциональные исследования РНК-полимеры (1962-2001) / В. Г. Никифоров // Молекулярная биология., – 2002, – С. 167–207.
69. Компьютеры и суперкомпьютеры в биологии Под. ред. В. Д. Лажно и М. Н. Устинина Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, – 2002, 528 с.

## Биоинформатика как основной инструмент нанобиотехнологии и наномедицины

**С. В. Горобец, О. Ю. Горобец, Д. О. Дереча**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»*

### Резюме

В данной работе рассмотрены основные достижения и сферы применения биоинформационных технологий. Указано на перспективы их развития совместно с параллельными областями знаний, такими как нанобиотехнология, наномедицина и др.

**Ключевые слова:** биоинформатика, геном, база данных, ДНК, нанобиотехнология.

## Bioinformatics as the basic tool for nanobiotechnologies and nanomedicine (review)

**S. V. Gorobets, O. Yu. Gorobets, D. O. Derecha**

*National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnical Institute»*

### Abstract

In the current work the basic achievements and spheres of application of bioinformatics technologies are considered. It is specified prospects of their development together with other fields of knowledge, such as, nanobiotechnology, nanomedicine etc.

**Keywords:** Bioinformatics, genom, data base, DNA, nanobiotechnology.

### Переписка

**С. В. Горобец, О. Ю. Горобец, Д. О. Дереча**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»*

кафедра біоінформатики  
пр-т Перемоги, 37, корпус 4, к. 273  
Київ, 56  
Украина  
тел.: + 380 (44) 454 99 37  
эл. почта: dderecha@yandex.ru,  
gorob@mail.kar.net

УДК 616.12-008.331.1:616.127-07-085

# Использование информационных технологий для определения степени артериальной гипертензии по данным суточного мониторирования артериального давления

Г. В. Дзяк, Т. В. Колесник

Днепропетровская государственная медицинская академия, Украина

## Резюме

В работе представлены результаты использования информационной технологии автоматизированной обработки данных суточного мониторирования артериального давления для определения степени артериальной гипертензии и сравнительного анализа особенностей суточного профиля АД у больных с разной степенью и формой артериальной гипертензии. Предложенная информационная технология позволяет на качественно другом уровне количественно оценивать диапазон суточных колебаний систолического и диастолического АД одновременно, с высокой степенью достоверности классифицировать больных по степени артериальной гипертензии и выделять изолированную систолическую артериальную гипертензию по данным суточного мониторинга.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, суточное мониторирование артериального давления, информационная технология.

**Клин. информат. и Телемед.**  
2008. Т.4. Вып.5. с.50–55

## Введение

Артериальное давление является важнейшей характеристикой деятельности сердечно-сосудистой системы, это весьма динамичный и чувствительный показатель, постоянно изменяющийся в зависимости от потребностей организма. Уровень повышения артериального давления (АД) служит главным критерием наличия артериальной гипертензии и наряду с другими факторами определяет риск сердечно-сосудистых осложнений. Степень повышения АД традиционно определяется величиной «офисного» АД. Однако, с внедрением в клиническую практику метода амбулаторного суточного мониторирования АД, представления об истинной картине колебаний АД в течение суток изменились, появилась возможность анализа целого комплекса дополнительных показателей, характеризующих количественно и качественно весь диапазон колебаний АД во времени, что ознаменовало новый этап в диагностике, лечении и профилактике артериальной гипертензии (АГ).

Многогранность информации, получаемой при проведении суточного мониторирования АД (СМАД), обуславливает сложность ее интерпретации. Реальная картина цифровых значений АД, полученных при СМАД, отличается от «офисного» АД на приеме у врача [1, 2], в связи с чем оценка и трактование средних величин АД по СМАД требует принципиально иного подхода при постановке степени артериальной ги-

пертензии. Сегодня определен диапазон нормальных значений для среднесуточного, среднедневного и средненочного уровня АД по данным СМАД [ЕОК/ЕОА, 2007], однако единые диагностические критерии, позволяющие классифицировать АГ по степени повышения АД по результатам СМАД, в настоящее время отсутствуют. Некоторыми исследователями предлагаются критерии для диагностики «мягкой» артериальной гипертензии, когда  $\geq 50\%$  замеров АД после пробуждения превышают 140/90 и  $\geq 50\%$  ночных измерений превышают 120/80 мм рт.ст. [3]. Однако такой подход нельзя считать корректным, поскольку уровень АД постоянно колеблется на протяжении суток, и размах таких колебаний может быть довольно большим. Для установления степени повышения АД и назначения адекватного лечения важно учитывать насколько часто подъем АД соответствовал той или иной степени повышения.

В большинстве работ, посвященных изучению особенностей СМАД у той или иной категории больных, степень повышения АД основана, как правило, на результатах измерения «офисного» АД, что также методически неверно, поскольку результаты нескольких исследований свидетельствуют о том, что уровень АД по данным СМАД был на порядок меньше, чем «офисное» АД [1, 2]. В исследовании PAMELA был установлен оптимальный уровень АД по методу Н. С. Короткова в условиях медицинского учреждения – 127/82 мм рт.ст. против 119/75 мм рт.ст. в домашних условиях и среднесуточного 118/74 мм рт.ст. по данным СМАД. При этом различие

между клиническим, «офисным» и мониторным, клиническим и домашним АД прогрессивно увеличивается с возрастом, достигая в старшей возрастной группе (55–63 года) 16 и 8 мм рт.ст. у мужчин и 19 и 14 мм рт.ст. у женщин.

Целью исследования было создание информационной технологии автоматизированной обработки данных суточного мониторирования артериального давления для определения степени повышения АД и сравнительный анализ особенностей суточного профиля АД у больных с разной степенью АГ.

## Материалы и методы исследования

В исследование был включен 321 больной (188 мужчин, 133 женщины) гипертонической болезнью (ГБ) II стадии без анамнеза инсультов, транзиторных ишемических атак, инфаркта миокарда и сердечной недостаточности. Средний возраст в группе составил  $49,77 \pm 0,54$  года, длительность заболевания —  $7,91 \pm 0,38$  лет.

Суточное мониторирование АД проводили с использованием портативной неинвазивной системы «АВРМ-04» (MEDITECH, Венгрия). Регистрацию АД производили с интервалом 15 мин днем и 30 мин ночью. Периоды бодрствования и сна устанавливали индивидуально в соответствии с дневниковыми записями пациентов. Анализировались следующие показатели суточного мониторирования АД: среднее САД, ДАД, пульсовое АД (ПАД) и среднее гемодинамическое АД (АД ср.) за сутки (с), день (д), ночь (н) и в утренние часы (уч); вариабельность АД (В АД) во время бодрствования и сна. «Нагрузка давлением» оценивалась по индексу времени (ИВ) гипертонии и индексу площади (ИП), двойному произведению (ДП). Выраженность двухфазного ритма АД оценивали по степени ночного снижения (СНС) САД и ДАД с использованием традиционных критериев с выделением четырех типов суточных кривых [5].

Специально разработанная информационная технология определения степени повышения АД и формы АГ [4] состояла из нескольких этапов. Данные мониторирования систолического (САД) и диастолического (ДАД) АД за сутки представляют в виде двумерной функции распределения вероятностей величины АД. Для этого обычное гра-

фическое изображение суточного профиля АД (рис. 1) представляют в виде изображения корреляционного поля, показывающего вероятность нахождения АД в зонах разного уровня АД (зоны контроля) (рис. 2).

Далее последовательно проводят непараметрическую оценку функции распределения с помощью полиномиального сплайна на основе локальных полиномиальных В-сплайнов, близкого к интерполяционному в среднем

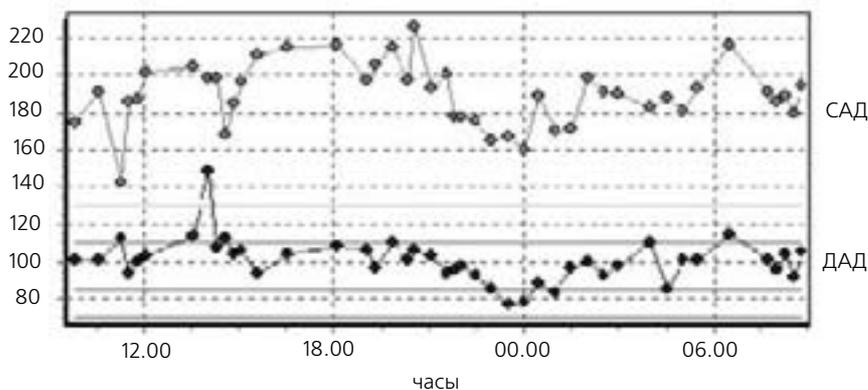


Рис. 1. Суточный профиль артериального давления.

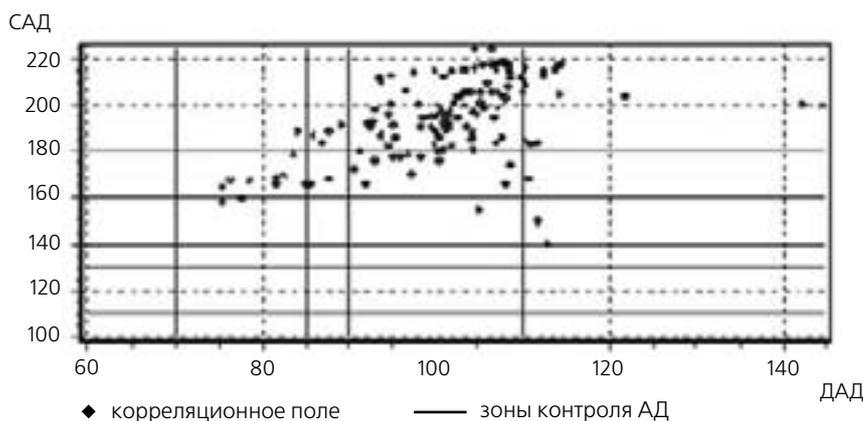


Рис. 2. Суточный профиль САД и ДАД в виде корреляционного поля.

Табл. 1. Оценка вероятностей нахождения в зонах контроля АД.

Непараметрический сплайн						
Модель адекватная						
Статистика = 18.03						
Квантиль = 64.00						
<b>Теоретические вероятности</b>						
САД\ДАД	<70	70–84	85–89	90–99	100–109	>110
>180		0.0253	0.0441	0.2102	<b>0.2893</b>	0.1652
160–179		0.0401	0.0262	0.0528	0.0434	0.0187
140–159		0.0105	0.0033	0.004	0.0088	0.0069
130–139						
110–129						
<110						
Сума = 0.9489						

и оценивают вероятность регистрации величины АД в определенных границах. Полученные оценки вероятностей нахождения АД в зонах контроля для удобства представляют в табличном виде (табл. 1). Наибольшей вероятностью считается та, что приближается к единице. В данном случае вероятностная оценка нахождения АД свидетельствует о том, что наиболее возможной зоной повышения АД за сутки (0,2893) у пациента является уровень САД >180 мм рт.ст. и ДАД – 100–109 мм рт.ст., то есть пациент имеет 3-ю степень артериальной гипертензии, как по уровню САД, так и по ДАД.

При вычислении евклидова расстояния, рассчитывали близость полученных вероятностей регистрации величины АД пациента к вероятностям регистрации величины АД в границах, характерных для определенной степени повышения АД, т.е. вычисляли «расстояние к диагнозу», на основании которого определяли вероятность установления конкретной степени тяжести и формы АГ (табл. 2). Из анализа полученных вероятностей вытекает, что вероятности, найденные за воспроизведенными распределениями, очень близки к эмпирическим. На основе полученных результатов анализа происходит автоматизированная постановка степени повышения АД и формы АГ (изолированная систолическая АГ – ИСАГ).

Таким образом, по результатам теоретических вероятностей возможно проанализировать самые разные соотношения уровня САД и ДАД, оценить степень их встречаемости и принять адекватное решение по его классификации и дальнейшей тактике лечения. Важной дополнительной диагностической возможностью технологии является оценка вероятности риска перехода в более высокую или, напротив, в меньшую степень АГ, что расширяет диагностический потенциал метода, особенно при проведении повторных СМАД.

Данная информационная технология была использована для определения степени АГ у больных гипертонической болезнью II стадии и дальнейшего сравнительного анализа особенностей колебаний АД, распределения величин как основных, традиционно используемых, так и дополнительных показателей СМАД на протяжении суток у больных в зависимости от степени АГ.

Полученные результаты сравнительного анализа показателей СМАД обрабатывали методами вариационной и непараметрической статистики методами медико-биологического профиля с помощью пакета оригинальных прикладных статистических программ «Microsoft Excel» и «Statistica» для «Windows».

Табл. 2. Определение степени артериальной гипертензии

1. Обобщенные показатели						
Степень АГ	Норм.АД	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.	ИСАГ	
Расстояние	16.8	12.9	10.2	6.89	10.71	
Вероятность	0	0	0	<b>0.55</b>	0	
<b>Наиболее вероятный диагноз:</b> 3-я степень повышения АД						
2. Непараметрический сплайн						
Степень АГ	Норм.АД	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.	ИСАГ	
Расстояние	0.50	0.37	0.31	0.15	0.36	
Вероятность	0	0	0	<b>1.00</b>	0	
<b>Наиболее вероятный диагноз:</b> 3-я степень повышения АД						

Рассчитывались следующие параметры: средние арифметические значения (М), средние квадратичные отклонения ( $\sigma$ ), стандартные ошибки средних ( $m$ ) и коэффициент корреляции ( $r$ ). Достоверность различий определяли с помощью t-критерия Стьюдента, а также U-Вилкоксона-Манна-Уитни. Различия между показателями и корреляционные связи считали достоверными при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Согласно распределению больных по степени повышения АД преобладала 1-ая степень (42,7%), несколько меньше было больных со 2-ой степенью (33,3%), 3-я степень АГ была зарегистрирована в 19,3% случаев, а изолированная систолическая АГ – у 4,7% больных.

Сравнительный анализ показателей суточного профиля АД у больных ГБ II стадии с разной степенью АГ (табл. 3) показал достоверное увеличение САД, ДАД и ПАД от пациентов 1-ой к 3-ей степени АГ за все анализируемые периоды суток.

С увеличением степени АГ закономерно возрастал не только уровень АД, а и величина показателей «нагрузки давлением». Концепция «нагрузки давлением» была разработана с целью количественной оценки времени, в течение которого регистрируется повышенное АД. Для этого традиционно рассчитываются время и площадь повышенного АД, которые более точно, чем средние значения АД, характеризуют гипербарическую нагрузку на органы-мишени [6]. Считается, что нагрузка систолическим давлением у людей

с нормальным уровнем АД увеличивается с возрастом, нагрузка диастолическим АД – не изменяется, подобные результаты наблюдаются в равной степени у мужчин и у женщин [7]. Индекс времени гипертензии, превышающий 25%, считается однозначно патологическим и дает право поставить диагноз АГ, ИВ гипертензии превышающий 50% свидетельствует о стабильной АГ [8]. Согласно полученным результатам, у больных 1-ой степени АГ время гипертензии по САД превышало 50%, что свидетельствовало о стабильном повышении САД на протяжении 24 часов, ИП САД был умеренно повышен ( $175,65 \pm 7,61$  за сутки). С увеличением степени АГ возрастал ( $p < 0,00001$ ) и уровень «нагрузки давлением» – ИВ и ИП по САД и ДАД. У больных с 3-ей степенью АГ ИВ САД приближается к 100%, в связи с чем, утрачивает свое диагностическое значение и основным показателем «нагрузки давлением» становится ИП, достигающий максимально высоких значений в ночной период.

Дополнительным показателем «нагрузки давлением», который анализируется в практике кардиологов значительно реже, является двойное произведение (АД×ЧСС). Двойное произведение отражает уровень гемодинамической нагрузки на сердечно-сосудистую систему теснее, чем его составляющие по отдельности, он связан с нейрогуморальной активностью (в частности с уровнем симпатической активности), потребностью миокарда в кислороде, процессами тромбогенеза и дисфункцией эндотелия [9–12]. Определение нормального уровня данного показателя находится на стадии изучения. Временным ориентиром допустимой нормы служит ДП менее 1100 мм рт.ст. × уд/мин [13]. Результаты исследования свидетельствуют о том, что двойное произведение было повышенным у больных 1-ой и 2-ой степенью АГ только в дневные часы. У пациентов

**Табл. 3. Показатели суточного мониторирования артериального давления у больных гипертонической болезнью II стадии в зависимости от степени повышения артериального давления.**

Показатель	1-ая степень (n=137)	2-ая степень (n=107)	3-ая степень (n=62)	ИСАГ (n=15)
САД с	136,53±0,51	149,22±0,78*	175,22±1,45*°	151,43±2*^
	д	142,71±0,49	155,5±0,66*	180,78±1,42*°
	н	123,16±0,85	135,91±1,32*	163,85±2,07*°
	уч	134,4±0,88	147,31±1,24*	173,02±2,02*°
ДАД с	82,15±0,55	89,93±0,74*	101,92±1,3*°	73,53±1,67*°^
	д	87,22±0,56	95,11±0,76*	106,74±1,38*°
	н	71,14±0,66	79,06±0,93*	92,22±1,39*°
	уч	80,73±0,71	89±1,04*	102,06±1,52*°
ПАД с	54,38±0,53	59,28±0,74*	73,31±1,44*°	77,9±1,79*°^
	д	55,49±0,56	60,39±0,73*	74,04±1,41*°
	н	52,02±0,61	56,86±0,91*	71,63±1,68*°
	сп	53,67±0,63	58,31±0,85*	70,96±1,55*°
ИВ САД д	54,64±1,45	82,22±1,27*	96,75±0,81*°	77,93±3,56*^
	н	54,76±2,47	79,22±2,42*	98,73±0,85*°
	уч	76,95±1,89	90,94±1,4*	99,42±0,28*°
ИВ ДАД д	39,77±1,96	63,84±2,33*	84,59±2,12*°	9,76±2,96*°^
	н	20,29±1,95	44,49±3,03*	79,72±3,3*°
	уч	52,02±2,28	69,4±2,59*	91,46±2,24*°
ИП САД д	173,97±7,56	410,05±13,4*	985,32±32,94*°	400,11±55,52*^
	н	178,98±13,6	421,04±27,08*	1054,7±48,99*°
	уч	399,82±16,6	669,69±28,04*	1273,1±48,29*°
ИП ДАД д	85,56±5,78	202,16±12,33*	430,41±29,54*°	19,13±8,22*°^
	н	34,65±4,23	117,54±12,08*	329,84±27,78*°
	уч	143,18±9,17	283,1±18,42*	545,81±33,03*°
ДП д	11026±115	12026±176,6*	14100±311*°	10907,1±518,3*^
	н	7701,2±100	8682,4±147,1*	10754±250,4*°
	уч	9328,2±129	10259±168,6*	12691±332,8*°
				10075,3±419*^

Примечание: \* – достоверность различий с 1-ой степенью АГ;  
° – достоверность различий со 2-ой степенью АГ;  
^ – достоверность различий с 3-ей степенью АГ.

3-ей степени АГ ДП было высоким днем и в ранние утренние часы, значительно превосходя по величине ( $p < 0,00001$ ) ДП у больных 1-ой и 2-ой степени АГ.

Данные исследования NHANES III [14] показывают: в возрастной группе 40–54 года в 24% случаев АГ диагностируется ИСАГ; у больных старше 57 лет ИСАГ регистрируется в 50% случаев с дальнейшим возрастанием частоты в более

старших возрастных группах. В нашем исследовании по данным СМАД ИСАГ была диагностирована среди пациентов ГБ II стадии в 4,7%. При изолированной систолической АГ были выявлены следующие особенности показателей СМАД. Уровень среднесуточного и средненедельного САД соответствовал показателям со 2-ой степенью АГ, а САД ночью и в утренние часы ( $p < 0,00001$ ) выше, чем

при 1-ой и 2-ой степени, но ниже, чем при 3-ей степени АГ. Аналогичная картина наблюдалась по ИВ САД и ИП САД. Уровень ДАД у этой категории больных был минимальным и не отличался от пациентов с 1-ой степенью АГ лишь ночью. Показатели «нагрузки давлением» по ДАД были достоверно самыми низкими и соответствовали нормальным значениям. Соответственно величина

**Табл. 4. Степень ночного снижения и вариабельность АД у больных гипертонической болезнью II стадии в зависимости от степени артериальной гипертензии.**

Показатель		1-ая степень (n=137)	2-ая степень (n=107)	3-ая степень (n=62)	ИСАГ (n=15)
СНС	САД	13,66±0,57	12,61±0,75	9,3±1* <sup>о</sup>	6,08±1,72* <sup>о</sup>
	ДАД	18,36±0,65	16,77±0,84	13,45±0,93* <sup>о</sup>	8,92±2,19* <sup>о^</sup>
	ПАД	5,96±0,85	5,76±1,04	3,22±1,35*	3,15±1,81
В САД	д	13,87±0,24	15,71±0,35*	17,99±0,61* <sup>о</sup>	16,52±1,26*
	н	11,67±0,33	13,24±0,4*	15,52±0,56* <sup>о</sup>	13,5±1,16
	сп	15,76±0,45	16,12±0,47	18,77±0,72* <sup>о</sup>	16,67±1,27
В ДАД	д	10,55±0,21	11,62±0,27*	12,2±0,4*	9,64±0,65* <sup>о^</sup>
	н	9,11±0,26	9,69±0,32	11,09±0,45* <sup>о</sup>	8,62±0,49* <sup>о^</sup>
	сп	12,07±0,34	12,36±0,39	13,07±0,49*	10,21±0,87* <sup>о^</sup>
В ПАД	д	10,71±0,2	12±0,28*	12,91±0,46* <sup>о</sup>	10,9±0,71^
	н	9,43±0,27	10,24±0,33*	11,98±0,46* <sup>о</sup>	9,49±0,59^
	сп	12,61±0,36	12,8±0,39	14,02±0,51* <sup>о</sup>	11,54±0,82^

Примечание: \* – достоверность различий с 1-ой степенью АГ;  
<sup>о</sup> – достоверность различий со 2-ой степенью АГ;  
<sup>^</sup> – достоверность различий с 3-ей степенью АГ.

ПАД за все интервалы времени была достоверно наибольшей. Двойное произведение за все анализируемые периоды не превышало норму.

Как систолическое, так и диастолическое АД у человека в течение суток колеблется по очень многим причинам, включая физическое и умственное напряжение, наследственные и психо-эмоциональные факторы, суточные колебания секреции вазоактивных гормонов. Роль центральных механизмов в поддержании нормального суточного (циркадного) ритма подтверждается его утратой у больных, перенесших инсульт, а также изменением ритма АД в зависимости от характера жизнедеятельности – ночное снижение АД отсутствует при бессоннице и работе в ночную смену [15]. Результаты Охасамского исследования показали, что недостаточное ночное снижение АД и ночная гипертензия ассоциируются с увеличением риска смерти независимо от уровня среднесуточного АД [16]. По результатам исследования, физиологический 2-х фазный циркадный ритм АД (dipper) был сохранен у больных с 1-ой и 2-ой степенью АГ (таб. 4). У больных с 3-ей степенью АГ СНС САД была ( $p < 0,005$ ) недостаточной (non-dipper), а СНС ДАД соответствовала норме, однако по величине она была достоверно меньше, чем у больных с «мягкой» и «умеренной» АГ. У больных ИСАГ наблюдалось синхронное и недостаточное снижение ночью САД и ДАД (non-dipper).

Несомненным достоинством СМАД является возможность оценки вариабельности АД, повышению которой, как предиктора риска сердечно-сосудистых осложнений и смертности на фоне АГ [17, 18, 19] в настоящее время уделяется большое внимание. Вариабельность САДд и САДн у больных 1-ой степенью АГ по величине относилась к пороговой и была меньше ( $p < 0,00001$ ) повышенной вариабельности при «умеренной» и «тяжелой» АГ (таб. 4). Вариабельность ДАД и ПАД днем и ночью была нормальной. У больных «умеренной» АГ вариабельность САДн, ДАД и ПАД днем и ночью относилась к пороговому уровню и лишь вариабельность САД днем была высокой. При «тяжелой» АГ наблюдался достоверно наиболее высокий уровень вариабельности САДд, САДн, ДАДд и ПАДд. При ИСАГ вариабельность САД днем была высокой, однако достоверно отличалась только от вариабельности при «мягкой» АГ, а вариабельность ДАД имела минимальные значения среди всех подгрупп.

## Выводы

1. Установление степени тяжести артериальной гипертензии по разработанной информационной технологии интерпретации данных СМАД имеет

целый ряд преимуществ, поскольку позволяет количественно оценить индивидуальный диапазон суточных колебаний систолического и диастолического АД и их соотношений, дает основание сделать вывод о наличии артериальной гипертензии, определить истинную степень ее тяжести и выделить изолированную систолическую АГ.

2. Сравнительный анализ показателей суточного профиля артериального давления у больных ГБ II стадии в зависимости от степени повышения АД свидетельствует о том, что истинная тяжесть состояния больного определяется не только уровнем АД, а и величиной показателей «нагрузки давлением» – временем гипертензии, площадью гипертензии и двойным произведением, учитывающим подъем АД и ЧСС. Особое значение приобретает характер циркадного ритма и уровень вариабельности АД.

3. Даже при 1-ой степени АГ, несмотря на невысокий диапазон повышения АД, наблюдалось значительное превышение нормального уровня для показателей «нагрузки давлением», свидетельствующее о равномерном и постоянном повышении АД на протяжении суток, что является основанием рассматривать минимальную степень АГ по данным СМАД вариантом неблагоприятного течения и прогноза заболевания. Выраженность патологических изменений всего комплекса показателей суточного профиля АД возрастает с увеличением степени повышения АД.

4. Нарушение циркадного ритма АД, повышение вариабельности АД в сочетании с высоким уровнем пульсового АД свидетельствует о крайне неблагоприятном течении и прогнозе АГ у больных с изолированной систолической артериальной гипертензией.

#### Литература

- Coats A. J. S., Radaeli A., Clark S. J. et al. The influence of ambulatory blood pressure monitoring on the design and interpretation of trials in hypertension // *J. Hypertens.* – 1992. – V.10. – P.385–391.
- Sega R., Trocino G., Lanzarotti A. et al. Alterations of cardiac structure in patients with isolated office, ambulatory or home hypertension: data from the general population (Pressione Arteriose Monitorate E Loro Associazioni [PAMELA] Study) // *Circulation.* – 2001. – V.104. – P.1385–92.
- White W. B., Morganroth J. Usefulness of ambulatory monitoring of blood pressure in assessing antihypertensive therapy // *Amer. J. Cardiol.* – 1989. – V.63. – P. 94–98.
- Дереза А. Ю., Колесник Т. В., Приставка Ф. А. Спосіб діагностики артеріальної гіпертензії та ступеня її тяжкості за даними добового моніторингу артеріального тиску // Патент на винахід №79335. – Україна. – Опубл. 11.06.07. – Бюл. – № 8. – С. 8.
- Дзяк Г. В., Колесник Т. В., Погорецкий Ю. Н. Суточное мониторирование артериального давления // *Днепропетровск.* – 2005. – С. 200.
- White W. Accuracy and analysis of ambulatory blood pressure monitoring data // *Clin Cardiol.* – 1992. – V.15 (Suppl. II). – P. S10–3.
- Zachariah P., Sheps S., Bailey K. et al. Ambulatory blood pressure and blood pressure load in 121-normal subjects // *Am J Hypertens.* – 1989. – № 2. – P. 58.
- Weber M., Neutel J., Graettinger F. Diagnosis of mild hypertension by ambulatory blood pressure monitoring // *Circulation.* – 1994. – V.90. – P.2291–2298.
- Bassiouny H. S., Zarins C. K., Kadowaki M. H. et al. Hemodynamic stress and experimental aortoiliac atherosclerosis // *J.Vasc. Surg.* – 1994. – V.19. – P.426–434.
- Falk E. Why do plaques rupture? // *Circulation.* – 1992. – V. 86. – P. III40–III42.
- Lund-Johansen P. Blood pressure and heart responses during physical stress in hypertension – modifications by drug treatment // *Eur. Heart J.* – 1999. – №1 (suppl. B). – P.10–17.
- Nabel E. G., Selwyn A. P., Ganz P. Paradoxical narrowing of atherosclerotic coronary arteries induced by increases in heart rate // *Circulation.* – 1990. – V.81. – P. 850–859.
- Хапаев Б. А. Суточное мониторирование параметров функционирования сердечно-сосудистой системы у лиц с повышенным артериальным давлением // Автореферат дисс. докт. мед. наук. – Москва. – 2001. – С. 46.
- US Department of Health and Human Services (DHHS); National Center for Health Statistics // Third National Health and Nutrition Examination Survey. – 1988-1991. – NHANES III data files.
- Minors D. S., Waterhouse J. M. Investigating the endogenous component of human circadian rhythms: A review of some simple alternatives to constant routines // *Chronobiol.* – Int. – 1992.
- Ohkubo T., Imai Y., Tsuji I. et al. Relation between nocturnal decline in blood pressure and mortality. The Ohasama study // *Am J Hypertens.* – 1997. – V.10. – P. 1201–7.
- Sander D., Kukla C., Klingelhofer J. et al. Relationship between circadian blood pressure patterns and progression of early carotid atherosclerosis. A 3-year follow-up study // *Circulation.* – 2000. – V.102. – P. 1536–41.
- Kikuya V., Hozawa A., Okubo T. et al. Prognostic significance of blood pressure and heart rate variability: the Ohasama study // *Hypertension.* – 2000. – V. 36. – P. 901–906.
- Mancia G., Parati G., Henning M. et al. on behalf of ELSA investigators. Relation between blood pressure variability and carotid artery damage in hypertension: baseline data from the European Lacidipine Study on Atherosclerosis (ELSA) // *J. Hypertens.* – 2001. – V.19. – P.1981–9.

#### Use of information technologies for definition of an arterial hypertension degree according to data of Ambulatory Blood Pressure Monitoring

G. V. Dzyak, T. V. Kolesnyk  
Dnipropetrovs'k State Medical Academy,  
Department of internal disease №2, Ukraine

#### Abstract

In article are presented results of using of information technology of automated data processing of blood pressure daily monitoring for definition of an arterial hypertension degree and the comparative analysis of features of the BP daily structure at patients with a different degree and forms of an arterial hypertension. The offered information technology allows on qualitative other level quantitatively to estimate a range of daily fluctuations

of systolic and diastolic BP, with a high degree of reliability to classify patients into degrees of an arterial hypertension and to allocate isolated systolic arterial hypertension according to daily monitoring. **Key words:** arterial hypertension, ambulatory blood pressure monitoring, information technology.

#### Використання інформаційних технологій для визначення ступеня артеріальної гіпертензії за даними добового моніторингу артеріального тиску

Г. В. Дзяк, Т. В. Колесник  
Дніпропетровська державна медична академія, кафедра госпітальної терапії №2, Україна

#### Резюме

У роботі представлені результати використання інформаційної технології автоматизованої обробки даних добового моніторингу артеріального тиску для визначення ступеня артеріальної гіпертензії і порівняльного аналізу особливостей добового профілю АТ у хворих з різним ступенем і формою артеріальної гіпертензії. Запропонована інформаційна технологія дозволяє на якісно іншому рівні кількісно оцінювати діапазон добових коливань систолічного і діастолічного АТ одночасно, з високим ступенем вірогідності класифікувати хворих по ступеню артеріальної гіпертензії і виділяти ізольовану систолічну артеріальну гіпертензію за даними добового моніторингу.

**Ключові слова:** артеріальна гіпертензія, добовий моніторинг артеріального тиску, інформаційна технологія.

#### Переписка

доцент, к.мед.н. Т. В. Колесник  
ул. Артема 90 «Д», кв.8  
Днепропетровск, 49069, Украина  
эл. почта: eku@email.dp.ua

УДК: 616-053.2:681.3

# Моделирование распространения дерматовенерологических заболеваний на основе мультиагентных технологий

П. П. Рыжко<sup>1</sup>, А. Ю. Соколов<sup>2</sup>, Л. В. Рощенюк<sup>1</sup>, Е. К. Чмыхун<sup>1</sup>,  
Д. И. Чумаченко<sup>2</sup>, А. А. Соколов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский областной клинический кожновенерологический диспансер, Украина

<sup>2</sup>Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», Украина

## Резюме

Результаты моделирования позволяют определить направления профилактики сифилиса и главные факторы в уменьшении заболеваемости.

Предлагаемая имитационная мультиагентная модель может служить основой для дальнейших исследований, учитывающих, например, внутреннюю мотивацию людей к правильному здоровому образу жизни, формы и методы лично-ориентированной профилактики ИППП, пути формирования навыков, способствующих восстановлению и сохранению репродуктивного здоровья молодежи.

**Ключевые слова:** сифилис, моделирование, мультиагентные технологии.

Клин. информат. и Телемед.  
2008. Т.4. Вып.5. с.56–59

## Введение

Ежегодно в мире регистрируется около 12 млн. свежих случаев сифилиса. В настоящее время во многих странах мира отмечается стабилизация или даже снижение уровня заболеваемости сифилисом, однако это не касается Украины.

Современный этап развития проблемы сифилиса в Украине характеризуется не только высоким уровнем заболеваемости, но и тем, что в подавляющем большинстве случаев наблюдаются скрытые формы и нетипичные проявления заболевания, резистентность к терапии.

Основные факторы, влияющие на рост заболеваемости — высокая распространенность проституции среди молодежи, незащищенные половые контакты, эпидемия ВИЧ/СПИДа, употребление наркотических веществ, алкоголизм, иммунологические нарушения, ухудшение условий жизни и другие социально-негативные явления.

Распространение сифилитической инфекции зависит от вирулентности возбудителя, восприимчивости населения к заболеванию, механизмов передачи инфекции. Поэтому необходим множественный анализ всех этих факторов.

Проблема прогнозирования распространения дерматовенерологических заболеваний является одной из наиболее актуальных в современном обществе ввиду их высокой социальной опасности.

Эффективность проведения профилактических мероприятий, направленных на предупреждение распространения дерматовенерологических заболеваний и в то же время на пропа-

ганду и формирование у людей здорового образа жизни, а также изоляция заболевших, должна оцениваться как с гуманитарной, так и с экономической точки зрения.

Проведение виртуальных компьютерных экспериментов, основанных на мультиагентных технологиях, позволяет устранить возможные технические и этические проблемы [1], связанные с проведением реальных экспериментов в обществе. Главным критерием использования подобных моделей является оценка их достоверности и адекватности с точки зрения моделирования реального взаимодействия агентов между собой и поведения агентов в окружающей среде.

## Задачи исследования

Основными задачами моделирования являются прогнозирование развития заболевания и исследование значимости различных факторов, как медицинских, так и социальных, на уменьшение количества больных.

## Методы исследования

Изложение материала сопровождается примером исследования распространения сифилиса и имитационным моделированием в среде NetLogo.

## Результаты собственных исследований

### Характеристика объекта моделирования

Сифилис – заболевание, передающееся преимущественно половым путем. Сифилитическая инфекция отличается своеобразным течением, характеризующимся в основном двумя особенностями:

- волнообразной сменой активных ее проявлений периодами скрыто протекающей инфекции;
- постепенным и последовательным изменением в клиническом и патологоанатомическом отношении характера вызываемых бледной трепонемой поражений органов и тканей, принимающих по мере удаления от начала заболевания все более выраженный и тяжелый характер.

В течении сифилиса принято различать следующие периоды:

- инкубационный период – время от момента заражения до появления пер-

вых клинических симптомов болезни, в среднем 3–4 недели;

- первичный период длится в среднем 6–7 недель и характеризуется клинически образованием на месте внедрения бледных трепонем первичной сифиломы или твердого шанкра, сопутствующего выявляющимся через 5–7 дней увеличением регионарных лимфатических узлов;
- вторичный период клинически характеризуется преимущественно изменениями кожи и слизистых оболочек и реже – выраженными поражениями внутренних органов, двигательного аппарата и центральной, а иногда и периферической нервной системы, общая длительность составляет от 2 до 5 лет. Рецидивы вторичного периода могут иногда возникать и в более поздние сроки;
- третичный период клинически выражается в развитии более мощных, то ограниченных и склонных к распаду, то разлитых воспалительных инфильтратов, вызывающих нередко значительные деструктивные изменения в пораженных органах и тканях. Третичные поражения возникают чаще всего между 3–6 годами от начала заболевания, иногда значительно позднее, даже через десятки лет после заражения. Рецидивы наблюдаются редко и бывают отделены

друг от друга длительным скрытым периодом.

### Структура мультиагентной системы

Предлагаемая система относится к категории биоморфных мультиагентных систем (МАС) [3] и представляет собой наборы агентов с архитектурой

$$Ag = \langle shm P, M \rangle$$

*shm P* – схема агента, определяющая его внутреннюю структуру, *M* – метод агента, определяющий его поведение.

В данной предметной области предлагается выделить множество агентов (*turtles*) – со следующей структурой:

```
turtles-own [
  infected?      ;; если ДА, человек болен.
  known?        ;; если ДА, человек знает о том, что болен.
  infection-length ;; как долго человек болеет.
  coupled?       ;; если ДА, человек, имеет сексуального партнера.
  couple-length  ;; как долго человек имеет сексуального партнера.
  ;; следующие переменные задаются из среды
  commitment    ;; как долго человек на-
```

## Динамика заболеваемости сифилисом по г. Харькову и Харьковской области за 1975–2005г.г.

Табл. 1. Динамика заболеваемости сифилисом по г. Харькову и Харьковской области за 1975–2005г.г. (в интенсивных показателях на 100 тыс. нас.).

	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Харьковская область	20,3	15,2	6,0	9,9	67,7	84,5	81,1	73,5	59,9	51,6	43,3	40,5	37,6	35,7	31,8
г. Харьков	30,1	21,4	6,6	14,5	99,4	120,7	115,0	103,9	80,4	68,3	58,7	50,7	46,8	43,7	37,8
Районы области	10,4	8,9	5,2	5,3	31,3	41,9	44,4	39,3	35,4	32,4	26,9	28,6	27,6	26,7	25,1

Табл. 2. Динамика заболеваемости сифилисом по г. Харькову и Харьковской области за 1975–2005г.г. (в абсолютных числах).

	1975	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Харьковская область	603	464	187	319	2014	2625	2479	2221	1797	1548	1318	1185	1099	1015	902
г. Харьков	411	332	102	236	1156	1890	1766	1581	1214	1032	887	756	690	632	547
Районы области	192	132	85	83	491	646	676	591	527	482	400	412	399	373	348

Данная таблица является тестирующей для определения адекватности предлагаемой модели.

ходится в сексуальных отношениях с одним партнером.

coupling-tendency ;; количество сексуальных партнеров человека.

condom-use ;; вероятность использования средств предохранения.

test-frequency ;; количество проверок на заболевание в год.

partner ;; человек, являющийся сексуальным партнером к данному.

]

Метод агентов, функционирующих в решающей сети, включает три подфункции: восприятия, решения и трансформирования.

Подфункция восприятия

$$Per: E \rightarrow A_{in} \quad (1)$$

обеспечивает отбор информации из среды и присвоение значений входным атрибутам – infection-length, couple-length, known?.

Подфункция решения

$$Dec: A_{in} \rightarrow A_{out} \quad (2)$$

определяет значения выходных переменных (infected?) по значениям входных.

Подфункция трансформирования

$$Tran: A_{out} \rightarrow E' \quad (3)$$

изменяет состояние среды, выполняя операции перевода элементов множеств из одного в другое в соответствии с правилами, приведенными ниже.

to check-period

if infected?

[ ifelse ( infection-length > 2 ) and ( infection-length < 4 )

[ infect ]

[ if ( infection-length > 10 ) and ( infection-length < 260 )

[ infect ] ] ]

end

Общая структура MAC может быть представлена шестеркой

$$MAC = \{Ind, Prp, Atr, Inp, Out, Str\},$$

где – Ind – наименование системы, Prp – цели системы, Atr – общесистемные характеристики, Inp – вход системы, Out – выход системы, Str – структура системы  $Str = \{E, R\}$ , E – компоненты системы, R – связи компонентов.

## Реализация MAC в среде NetLogo

Для представления развития заболеваний сифилисом использована среда моделирования NetLogo, позволяющая создавать и исследовать различные факторы, влияющие на распространения заболевания.

На рис. 1. приведена имитационная модель системы и результаты моделирования с минимальными значениями управляющих переменных.

В первую очередь, данная модель протестирована по данным табл. 1.

Следующий шаг – определение наиболее значимых факторов для принятия

Рис. 1. Имитационная модель распространения сифилиса.

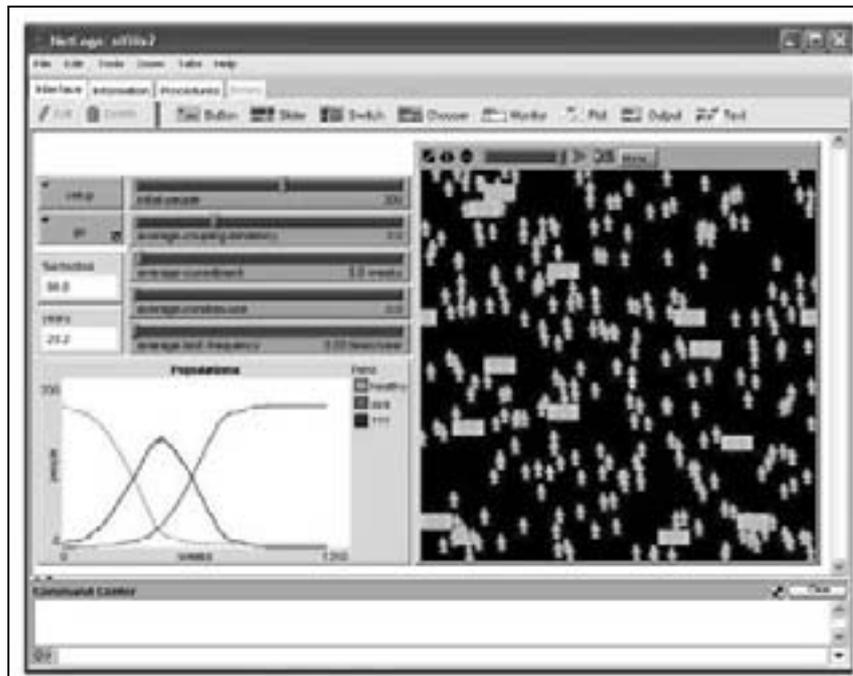
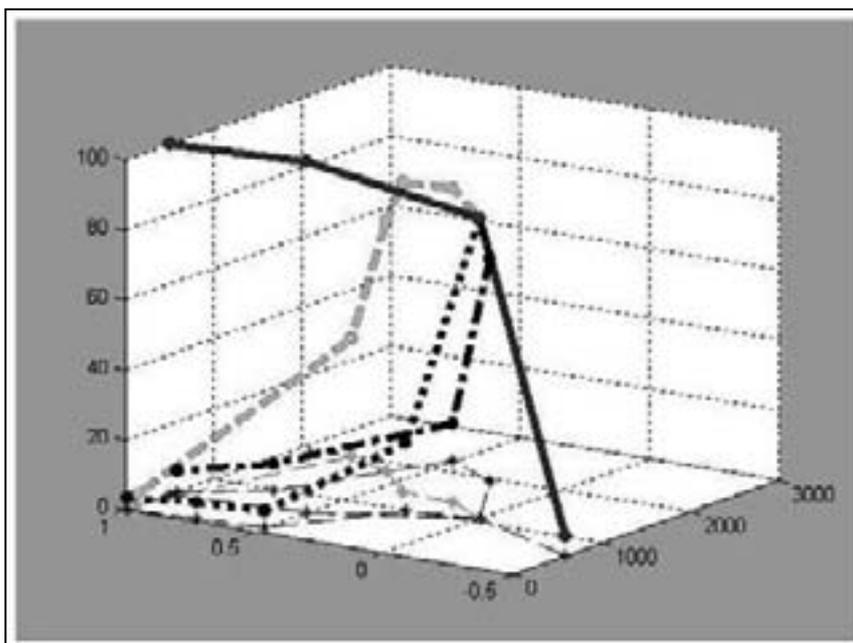


Рис. 2. Влияние различных факторов на уменьшение заболеваемости.



По оси x отложено количество недель (от 0 до 3000), по оси y – условные значения факторов (от минимального – 0.5 до максимального – 1), по оси z – процент заболевших.

Сплошная кривая – average-coupling-tendency, пунктирная – average-condom-use, полупунктирная – average-commitment, точечная – average-test-frequency.

решений о методах профилактики заболевания. С этой целью проводились эксперименты с каждой управляющей переменной независимо друг от друга (от минимального значения до максимального).

Результаты экспериментов приведены на рис. 2.

Как видно из графика, наиболее влияющим фактором на уменьшение процента больных является частота проверок на заболевание и изоляция больных, вторым по значимости фактором является постоянство сексуального партнера, третьим — использование средств предохранения, и наконец, четвертым — количество сменяемых партнеров.

## Выводы

Результаты моделирования позволяют определить направления профилактики сифилиса и главные факторы в уменьшении заболеваемости.

Как видно из результатов моделирования, социальные факторы преобладают над медицинскими, что дает основания для проведения разъяснительной политики в области здравоохранения среди населения, особенно молодежи.

Предлагаемая имитационная мульти-агентная модель может служить основой для дальнейших исследований, учитывающих, например, внутреннюю мотивацию людей к правильному здоровому образу жизни, формы и методы лично-ориентированной профилактики ИППП, пути формирования навыков, способствующих восстановлению и сохранению репродуктивного здоровья молодежи.

Перспективность проводимых исследований очевидна.

### Литература:

1. Волкославская В. Н., Линник Б. С. Показатели качества санации очагов венерических болезней и их значение для прогнозирования заболеваемости сифилисом // Журн. дерматол. и венерол. — 1999. — №1(7). — С.37–40.
2. Евгеньев Г. Б. Системология инженерных знаний. М., МГТУ, 2001. — 374с.
3. Тихонова Л. И. Роль и оценка деятельности дерматовенерологических учреждений в организации работы по контролю за инфекциями, передаваемыми половым путем (по материалам доклада на IX Российском съезде дерматовенерологов) // Вестник дерматологии и венерологии М., №6., 2005.
4. G. Desmeulles, G. Querrec, P. Redou, S. Kerde'lo, L. Misery, V. Rodin, J. Tisseau. The virtual reality applied to biology understanding: The in virtuo experimentation. Expert Systems with Applications 30 (2006) 82–92.

## Modelling of dermatology and venereology diseases spreading on the basis of multi agents technologies

*P. P. Ryzhko<sup>1</sup>, A. Yu. Sokolov<sup>2</sup>, E. K. Chmihun<sup>1</sup>, L. V. Roshenyuk<sup>1</sup>, D. I. Chumachenko<sup>2</sup>, A. A. Sokolov<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Kharkov regional dermatology and venereology clinic, Ukraine  
<sup>2</sup>Zhukovskiy National aerospace university «Kharkov aviation institute», Ukraine

### Abstract

The results of modeling allow defining directions of syphilis prophylaxis and main factors for morbidity reduction.

Offered imitative multi agents model can serve as a basis for further researches taking into account, for example, internal motivation of people for the correct and healthy way of life, forms and methods of the personality-oriented prophylaxis of Sexually Transmitting Diseases, ways of skills forming promoting renewing and saving of young people reproductive health.

**Keywords:** syphilis, modeling, multi agents technologies.

## Моделювання розповсюдження дерматовенерологічних захворювань на основі мультиагентних технологій

*П. П. Рижко<sup>1</sup>, О. Ю. Соколов<sup>2</sup>, Л. В. Рощенюк<sup>1</sup>, Є. К. Чмихун<sup>1</sup>, Д. І. Чумаченко<sup>2</sup>, О. О. Соколов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Харківський обласний клінічний шкірно-венерологічний диспансер, Україна  
<sup>2</sup>Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Україна

### Резюме

Результати моделювання дозволяють визначити напрямки профілактики сифілісу і головні чинники в зменшенні захворюваності.

Пропонована імітаційна мультиагентна модель може служити основою для подальших досліджень, що враховують, наприклад, внутрішню мотивацію людей до правильного здорового способу життя, форми і методи особово-орієнтованої профілактики ІПСШ, шляхи формування навиків, які сприяють відновленню і збереженню репродуктивного здоров'я молоді.

**Ключові слова:** сифіліс, моделювання, мультиагентні технології.

## Переписка

д.мед.н., профессор **П. П. Рижко**  
ул. Карла Маркса, 17, Харьков  
61052, Украина  
тел./факс: +380 (57) 712 21 51  
эл. почта: okvd-ven@kharkov.com

д.тех.н., профессор **А. Ю. Соколов**  
ул. Чкалова, 17, Харьков  
61084, Украина  
тел./факс: +380 (57) 707 43 04,  
744 1131,  
эл. почта: asokolov@xai.edu.ua

УДК 615.1:002.6

# Розвиток теорії фармацевтичної інформатики та викладання цієї дисципліни в Україні

## Огляд

Б. Л. Парновський, М. В. Слабий, О. М. Заліська, А. І. Бойко,  
Г. В. Крамаренко, Г. Ю. Яцкова, А. А. Лендяк

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

### Резюме

Сформульоване визначення дисципліни — фармацевтична інформатика. Опрацьовані комплекс ієрархічно пов'язаних фармацевтичних інформаційних мов, метод визначення кількості семантичної фармацевтичної інформації на основі аналізу Державних Фармакопей. Систематизовані базові терміни з фармації в Універсальній десятковій класифікації. Промодельовані бази даних про лікарські засоби, у тому числі з фармакоекономічними параметрами, для планування потреби у лікарських засобах.

**Ключові слова:** фармацевтична інформатика, фармацевтичні інформаційні мови, семантична фармацевтична інформація, бази даних про лікарські засоби.

Клин. информат. и Телемед.  
2008. Т.4. Вып.5. с.60–63

### Вступ

Системні дослідження з фармацевтичної інформатики (у сучасній термінології, раніше — з фармацевтичної інформації) розпочалися в Україні у середині 1970-х років. Визначимося, що фармацевтична інформатика — це дисципліна, яка використовує загальну методологію інформатики, власні методи обробки інформації про лікарські засоби у єдності з медичною інформатикою, на базі сучасної комп'ютерної техніки та всесвітньої мережі Інтернет. Пріоритетним об'єктом фармацевтичної інформатики є інформація про лікарські засоби, а предметом — відповідний процес інформування (збір, обробка, зберігання, розповсюдження інформації), а також фармацевтичні наукові комунікації.

У теоретичному плані був опрацьований комплекс ієрархічно пов'язаних фармацевтичних інформаційних мов: проблемний рубрикатор з фармації, тезаурус термінів організації та економіки фармації (1400 термінів за 10 дескрипторними галузями), встановлені основні джерела наукової фармацевтичної інформації (17 профільних журналів з 9 держав) з напівперіодом старіння фармацевтичної літератури 8 років, що відповідає аналогічному показнику літератури з хімії [12]. Систематизовані базові терміни з фармації та суміжних наук в Універсальній десятковій класифікації, вказано на певну помилку у діючій класифікаційній структурі УДК, коли фармація трактується як розділ фармакології:

615 Фармакологія. Терапія. Токсикологія

615.01 Окремі питання фармакології  
615.014 Практична фармація. Фармацевтична практика (виготовлення лікарських засобів).

Логічно назвати підрозділ 615 «Фармакологія. Фармація. Терапія. Токсикологія» [17, 20].

## Кількість семантичної (змістовної) інформації

У проблематиці визначення кількості семантичної (змістовної) інформації на основі метода Ю. А. Шрейдера [23] обґрунтований спосіб кількісних розрахунків семантичної фармацевтичної інформації. Для цього доведено, що фіксованою моделлю стану фармацевтичної науки є фармакопея. Діюча Державна фармакопея України (ДФ) є документом законодавчого характеру і вміщує перелік лікарських засобів, що рекомендовані до застосування з описом їхніх властивостей, методик якісного та кількісного визначення, правил зберігання, а також викладення загальних методів аналізу лікарських засобів, відповідної апаратури тощо. Фактично ДФ віддзеркалює сукупність уніфікованих фармацевтичних знань на конкретний

період часу. У зв'язку з систематичним впровадженням нових лікарських засобів, нових методів аналізу та вдосконалення існуючих, через певні проміжки часу виходять нові видання (випуски) ДФ, які відтворюють більш високий рівень розвитку фармацевтичних наук. Таким чином, ДФ можна розглядати у широкому значенні цього терміну як тезаурус фармацевтичних знань, а зміни в кожному новому виданні фармакопеї у порівнянні з попереднім (ДФ<sub>n</sub> у порівнянні з ДФ<sub>n-1</sub>) моделюють розвиток фармацевтичної науки (за період між виданнями). Або за загальним принципом Ю. А. Шрейдера семантична інформація, яка знаходиться у даній фармакопеї характеризує ступінь зміни тезаурусу фармації за певний час. При цьому для обраних об'єктів (фармакопеї) поняття «семантична інформація» та «нова фармацевтична інформація» трактувалися нами як рівнозначні.

Методика розрахунків кількості семантичної інформації ДФ за модифікованим методом R. Carnar [26] опублікована у теоретичному розділі журналу «Научно-техническая информация» [13]. Одержані кількісні показники приросту наукової фармацевтичної інформації.

У прикладному плані вищезгаданий тезаурус термінів організації та економіки фармації використовувався при розробці інформаційного забезпечення АСУ аптечної галузі України, зокрема, у підсистемі «Фармацевтичні кадри» (1974) [18]. Такий підхід актуальний при сучасному створенні автоматизованої бази даних фармацевтичних працівників за наказом МОЗ України № 842 від 19.12.2006 р. [19].

## Моделі та інформаційне забезпечення баз даних про лікарські засоби

Під кінець 70-х років здійснене експериментальне моделювання фактографічних АІПС на ЕОМ Минск-32 на прикладі кортикостероїдних препаратів у діалоговому режимі [12].

У середині 80-х років на основі вивчення потреби в інформації лікарів,

а також фармацевтів різних спеціальностей обґрунтовані концептуальна та логічна моделі, інформаційне забезпечення бази даних про лікарські засоби на прикладі препаратів з групи спазмолітичних та гіпотензивних лікарських засобів, оскільки вони часто застосовувались у медичній практиці лікарями різних спеціальностей і часто зустрічались в екстемпоральній рецептурі аптек. Теоретичною основою роботи було узагальнення на той період часу принципів побудови реляційних баз даних Дж. Мартином [11]. В основу структурування концептуальної моделі покладений принцип орієнтації інформації на лікарів, аптечних працівників різних спеціальностей, а також спеціалістів системи фармацевтичної інформації. У відповідності із таким принципом були виділені класичні для баз даних про лікарські засоби розділи: назва препарату, його номенклатурний номер; синоніми; захворювання; покази; дози; схеми лікування; застосування; взаємодія з іншими лікарськими засобами (сумісності та несумісності); результати клінічних спостережень за застосуванням. А також підрозділи з суто «фармацевтичною» інформацією: технологія екстемпоральних ліків; аналіз екстемпоральних лікарських форм (методи, методики аналізу лікарської речовини у чистому вигляді та у сумішах); зберігання; порядок відпуску з аптек; термін придатності; економічна інформація (форма випуску, виробник, ціна); потреба в данному лікарському засобі (порядок визначення). Експериментальна модель вказаної бази даних реалізована на ЕОМ ЕС-1035 в обчислювальному центрі Львівського обласного статистичного управління [21].

Під кінець 80-х років дослідження в галузі оптимізації інформування про лікарські засоби в Україні інтенсифікувалися, у зв'язку з чим була розроблена експериментальна модель АІПС результатів науково-дослідних робіт з фармацевтичної інформації [23]. Зокрема, опрацьований проблемний рубрикатор основних напрямків досліджень з фармацевтичної інформації (інформатики) з аналізом дисертаційних робіт та публікацій з даної проблеми. До бази даних вводилась основна бібліографія з рефератами публікацій, рубрикатор включав дані про теорію та методологію, документальні джерела фармацевтичної інформації, аналітичну-синтетичну обробку документальних джерел, інформаційний пошук, фармацевтичну термінологію та інформаційні мови, визначення потреби у фармацевтичній інформації та її ефективності, організацію інформаційної діяльності, а також підготовку спеціалістів з фармацевтичної інформації.

## Інформаційні технології в «Фармако-економіці»

Наступний етап у розвитку теорії баз даних, пов'язаний з впровадженням у фармацевтичну науку та у навчальний процес нової дисципліни «Фармако-економіка». (Pharmacoeconomics) – займається ідентифікацією і порівнянням ефективності, безпечності медичних технологій (нових лікарських засобів), їх впливу на якість життя та витрат з метою раціонального використання коштів у системі охорони здоров'я на фармако-терапію, інші медичні та фармацевтичні послуги для найкращого задоволення потреб хворого і суспільства в цілому [3, 4]. Це відповідає положенням «Державної програми забезпечення населення лікарськими засобами на 2004–2010 рр.» (затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 25.07.2003 р. №1162), де регламентовано використання фармако-економічного аналізу.

Фармако-економіка як наука розвивається під егідою ВООЗ та Міжнародного товариства фармако-економічних досліджень (ISPOR), які формують методологію, терміни та прикладні напрями використання результатів фармако-економічного аналізу «вартість-ефективність», «мінімізація вартості», «вартість-користь», «вартість-вигода», «вартість захворювання» у практиці охорони здоров'я провідних країн світу, починаючи з 80-х років ХХ століття. Системні дослідження з фармако-економіки в Україні започаткувала О. М. Заліська (1999–2004). Обґрунтована доцільність включення у класичні БД результатів фармако-економічних досліджень показників про доведену ефективність лікарських засобів та витрати на 1 ліжко-день для стаціонарного, курс – для амбулаторного лікування [5, 16]. Методи фармако-економічного аналізу, зокрема «вартість-ефективність», «мінімізація вартості» активно використовуються у наукових дослідженнях фармацевтичного і медичного напрямків.

Для оволодіння сучасними спеціалістами з вищою фармацевтичною освітою методологією фармако-економіки створені і впроваджені навчальні програми для студентів фармацевтичних факультетів, які затверджені МОЗ у 2001 році та відповідно до вимог Болонського процесу у 2007 [6]. Видані навчальний посібник «Основи фармако-економіки»

(затверджений МОЗ України у 2002 році для студентів) [7] та «Фармакоеконіміка» для післядипломної підготовки провізорів, а також підручник «Фармакоеконіміка», затверджений МОЗ України у 2007 році [8, 9].

Зокрема результати фармакоеконімічного аналізу лікарських засобів для лікування цукрового діабету включені у відповідну комп'ютерну базу даних [1]. Вказана база даних «Споживання лікарських засобів хворих на діабет» орієнтована на аналіз забезпечення хворих лікарськими засобами на основі щоденної фіксації даних про препарати, що одержував кожен хворий (у базі даних накопичена інформація про 1945 хворих на цукровий діабет та 7 хворих на нецукровий діабет). Паспортна частина (включно з реєстраційним номером хворого) повністю сумісна з аналогічною частиною Державного реєстру хворих ЦД-бази даних СИНАДІАБ (системою спостереження за діабетом). Принциповим елементом вказаної бази даних є її функціонування для визначення потреби в протидіабетичних лікарських засобах. На основі результатів моніторингу споживання лікарських засобів індивідуальними хворими  $N_1, N_2 \dots N_n$  з експертною оцінкою лікаря-ендокринолога про доцільність (недоцільність) змін у призначенні лікарських засобів, дозуванні тощо робили прогноз потреби для кожного індивідуального хворого, який пізніше інтегрували на їх загальну сукупність. На комп'ютерну базу даних «Споживання лікарських засобів хворих на діабет» одержано свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір Міністерства освіти та науки Державного департаменту інтелектуальної власності (від 10.10.2005 р. №14329).

## Концепція фармацевтичної профілактики

Розвиток інформування про лікарські засоби пов'язаний з концепцією фармацевтичної профілактики, яка сформульована у монографії «Фармацевтична профілактика та її кадрове забезпечення», у якій опрацьовані інформаційні дані щодо вибору лікарського засобу профілактичного для конкретного пацієнта, схеми його застосування, забезпечення інформацією про безпечність та побічні ефекти при тривалому курсі прийому, а також про взаємодію з

іншими лікарськими засобами, попередження ускладнення фармакотерапії (ноотропи, полівітаміни з макро- та мікроелементами, вітаміни С, D, E та інші, індуктори синтезу інтерферону, статини, лікарські засоби, які містять фізіологічні дози йоду, препарати кальцію, заліза, гепатопротектори) [25].

## Використання Інтернет у фармації

Аналіз використання Інтернет у фармації з акцентуванням уваги на організаційно-технологічні проблеми функціонування Інтернет-аптек в Україні проведений у монографії А. А. Лендяка [10].

## Бази даних «Фармацевтичні кадри». Підготовка кадрів для фармакоінформатики

За останні роки обґрунтовано шляхи створення та структура комп'ютерної бази даних «Фармацевтичні кадри – соціальні аспекти (мотивація ставлення до фаху)» з фіксацією та статистичною обробкою даних про провізорів усіх спеціальностей, посад, що працюють у фармацевтичних закладах різної форми власності. За аналогічними принципами опрацьовано концептуально інтегровану з попередньою базу даних «Аналіз мотивації студентів фармацевтичних факультетів навчальних закладів України III–IV рівнів акредитації до професійної діяльності» для прогнозування фармацевтичного ринку праці. Проведено моделювання функціонування вказаних систем, за якими одержані свідоцтва про реєстрацію авторського права на твори від 21.09.2006 р. № 18048; від 09.01.2007 р. № 19086; від 20.07.2007 р. № 2132 [19].

У 1977 році розпочалася підготовка студентів фармацевтичних вузів з наукової фармацевтичної інформації [12]. У спецкурсі «Основи та методи управління у фармації» у 1986 році був виділений окремий спецкурс «Фармацевтична інформація» [2] та опублікована монографія з елементами підручника з даної дисципліни [14].

На даний час на післядипломному етапі підготовки провізорів зі спеціальностей «Загальна фармація», «Організація та управління фармацією» вивчається курс «Фармацевтична інформатика».

## Література

1. Бойко А. І. Маркетингові та фармакоеконімічні дослідження лікарських засобів для лікування діабету: Автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук / 15.00.01/ Львів.нац. мед. ун-т ім. Данила Галицького. – Львів, 2006. – 20 с.
2. Гордиенко Л. А. Оптимізація системи підготовки і удосконалення спеціалістів по фармацевтичній інформації: Автореф. дисс. ... канд. фармацевт. наук / 15.00.01 / Львів, 1987. – 16 с.
3. Заліська О. М. Фармакоеконімічні аспекти лікарського забезпечення урологічних хворих // Матеріали V Національного з'їзду фармацевтів України. – Харків, 1999. – С.81–82.
4. Zaliska O. The First Steps of Pharmacoconomics in Ukraine. – ISPOR 4 th Annual European Congress. – Program. – Cannes, France. – P.21.
5. Заліська О. М. Теоретичні основи та практичне використання фармакоеконіміки в Україні: Автореф. дис. ... д-ра фармацевт. наук / 15.00.01/ ЛНМУ ім. Данила Галицького. – Львів, 2004. – 33 с.
6. Заліська О. М., Парновський Б. Л. Програма «Фармакоеконіміка» для студентів фармацевтичних факультетів вищих медичних закладів освіти III–IV рівнів акредитації. – Київ, 2001. – 26 с.
7. Заліська О. М. Основи фармакоеконіміки: Навчальний посібник для студентів / За ред. Б. Л. Парновського / МОЗ України. – Львів, ВФ «Афіша», 2002. – 360 с.
8. Заліська О. М. Фармакоеконіміка: Навчальний посібник для провізорів-інтернів, слухачів факультетів післядипломної освіти / За ред. Б. Л. Парновського / МОЗ України. – Львів, Афіша, 2007. – 400 с.
9. Заліська О. М. Фармакоеконіміка: Підручник для студентів / За ред. Б. Л. Парновського / МОЗ України. – Львів, Афіша, 2007. – 376 с.
10. Лендяк А. Інтернет-фармація: суть, концепція, завдання: Монографія. – Луцьк, 2006. – 152 с.
11. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах: М.: Мир, 1980. – 662 с.
12. Парновский Б. Л. Исследования в области теории и практики фарма-

- цветической информации: Автореф. дисс. ... д-ра фармац. наук. – М., 1978. – 21 с.
13. Парновский Б. Л., Дударчук О. В. Анализ тезауруса фармации (на примере Государственных фармакопей СССР VIII–X изданий) // Научно-техническая информация. – Серия 2: Информационные процессы и системы. – 1975.
  14. Парновский Б. Л., Прокопишин В. И., Брумарел М. Д., Гордиенко Л. А. Основы фармацевтической информации. – Кишинев, Штиинца, 1986. – 163 с.
  15. Парновський Б. Л. Інформаційний підхід до аналізу розвитку фармацевтичної науки // Фармац. журн. – 1975. – № 1. – С.86.
  16. Парновський Б. Л., Яцкова Г. Ю., Заліська О. М., Слабий М. В. Інформаційні аспекти фармакоеконіміки // Клінічна фармація. – 1999. – Т 3, № 2. – С.50–52.
  17. Пиняжко Р. М., Парновский Б. Л. Вопросы фармацевтической информации. – М.: Медицина, 1979. – 152 с.
  18. Пиняжко Р. М., Парновський Б. Л., Мельников В. Г. та ін. Нові принципи побудови системи і методи аналізу використання фармацевтичних кадрів по кваліфікації // Фармац. журн. – 1974. – Т. 29, № 6. – С.30.
  19. Слабий М. В. До проблеми побудови автоматизованої бази даних фармацевтичних працівників України // Фармац. журн. – 2007. – № 6. – С.31–34.
  20. Слабий М. В., Парновський Б. Л., Крамаренко Г. В. До питання Універсальної десятикової класифікації // Фармац. журн. – 2007. – № 4. – С.44–47.
  21. Смирнова Л. Ф. Информационное обеспечение баз данных о лекарственных средствах. Авт. дис...канд. фарм наук. – Львов, 1986. – 24 с.
  22. Універсальна десятична класифікація. Медицина і смежные науки. – М., 1969. – 590 с.
  23. Шелепетень Л. С. Моделирование и разработка фармацевтических автоматизированных информационно-справочных систем: Авто- реф. дисс. ... канд. фармац. наук. – Львов, 1988. – 17 с.
  24. Шрейдер Ю. А. Об одной модели семантической теории информации // Проблемы кибернетики. – М., Наука, 1965. – Вып. 13. – С.233.
  25. Яцкова Г. Ю., Слабий М. В., Крамаренко Г. В., Парновський Б. Л. Фармацевтична профілактика та її кадрове забезпечення: Монографія. – Львів, Кварт, 2007. – 200с.
  26. Carnar R. (цит. А. Л. Бриллюэн) // Наука и теория информации. – Госиздат физматлитературы. – М., 1960.

## Development of the theory of pharmaceutical computer science and teaching of this discipline in Ukraine

Review

**B. L. Parnovsky, M. V. Slabyu, O. N. Zaliska, A. I. Bojko, G. V. Kramarenko, G. J. Jatskova, A. A. Lendjak**

*The Danila Galicky State Medical University (Lviv) attached to Ministry of Health Care, Ukraine*

### Abstract

Definition of discipline pharmaceutical informatic science is formulated. The complex of hierarchically interconnected pharmaceutical information languages, a method of definition of quantity of the semantic pharmaceutical information are developed on the basis of the analysis of the State Pharmacopoeias. Base pharmaceutical terms in universal decimal classification are systematized. The databases about medicines, including with pharmacoeconomical parameters, for planning need for medicines are modeled.

**Key words:** pharmaceutical informatic science, pharmaceutical information languages, the semantic pharmaceutical information, the database on medicines.

## Развитие теории фармацевтической информатики и преподавание этой дисциплины в Украине

Обзор

**Б. Л. Парновский, М. В. Слабий, О. Н. Залиская, А. И. Бойко, Г. В. Крамаренко, Г. Ю. Яцкова, А. А. Лендяк**

*Львовский национальный медицинский университет имени Данилы Галицкого, Украина*

### Резюме

Сформулировано определение дисциплины фармацевтическая информатика. Разработаны комплекс иерархически взаимосвязанных фармацевтических информационных языков, метод определения количества семантической фармацевтической информации на основе анализа Государственных Фармакопей. Систематизированы базовые фармацевтические термины в Универсальной десятичной классификации. Промоделированы базы данных о лекарственных средствах, в том числе с фармакоэкономическими параметрами, для планирования потребности в лекарственных средствах.

**Ключевые слова:** фармацевтическая информатика, фармацевтические информационные языки, семантическая фармацевтическая информация, баз данных о лекарственных средствах.

### Переписка

д.фарм.н., профессор. **Б. Л. Парновський** кафедра ОЕФ та технології ліків ФПДО Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького вул. Пекарська, 69 Львів, 79010 Україна  
эл. пошта: libor@point.lviv.ua

УДК 65.012.32

# Информационная модель системы интегрального менеджмента качества для фармацевтических предприятий

**В. А. Жук, Ю. М. Пенкин**

Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина

## Резюме

Модернизация фармацевтических производств, которые должны отвечать требованиям GMP-стандартов требует больших затрат. Выбор информационной модели предприятия нового поколения позволит трансформировать существующую концепцию деятельности больших или средних фармпроизводителей. Исходя из требований ИСО и GMP стандартов в основу функционирования деятельности фармацевтического предприятия должна быть положена концепция системы интегрального менеджмента качества (ИМК). Адекватная информационная модель системы ИМК предприятия представляет собой корпоративную информационную систему модульного типа, которая функционирует вместе с персоналом предприятия на логико-программных принципах интеллектуальной экспертной среды с целью оптимизации работы всех уровней предприятия, а также реализации всех управленческих функций, по установленным показателям качества. С целью минимизации материальных затрат и сроков на создание и внедрение информационных систем ИМК на всех средних и больших предприятиях фармацевтической отрасли целесообразно в дальнейшем разработать единые стандарты функционирования таких информационных систем, которые будут включать также единые требования к используемому программному обеспечению.

**Ключевые слова:** система управления качеством, информационная модель.

**Клин. информат. и Телемед.****2008. Т.4. Вып.5. с.64–70**

## Введение

О GMP-стандартах [1] в отечественных (специализированных и неспециализированных) периодических изданиях на сегодняшний день опубликовано огромное количество материалов. Тем не менее, аналитических работ системного характера, касающихся общих вопросов модернизации (или организации новых) производств, которые должны отвечать требованиям надлежащей производственной практики по GMP-стандартам, явно недостаточно. Между тем именно системный подход к анализу этого вопроса позволит трансформировать существующую концепцию предприятий: «догнать» современные GMP-стандарты; в политику перспективного развития предприятий на фундаменте GMP. В связи с этим, вопрос выбора информационной модели предприятия нового поколения, что рассматривается в этой статье, является весьма актуальным для современной практики. Более того, по приблизительным подсчетам [2], на обустройство одной производственной линии в соответствии с требованиями GMP фармацевтическому предприятию необходимо потратить приблизительно \$ 3–5 млн. Соответственно на 3–4 линии затраты предприятия составят от \$ 9 млн. до \$20 млн. и больше. Очевидно, что такой уровень расходов не позволяет использовать методы модернизации отдельного предприятия по типу «проб и ошибок». Для целевой модернизации предприятия оказывается необходимым априорное наличие полного комплекта проектно-сметной документации создания «основ GMP». В этом смысле правильный выбор модели функционирования модернизированного предприятия является одним из основных принципиальных вопросов. Также необходимо отметить, что большой уровень расходов, определяет и то,

что «роскошь» GMP-стандартов могут себе позволить в первую очередь ведущие предприятия отрасли. Поэтому, при рассмотрении проблемы создания информационной модели функционирования предприятия целесообразно считать, что это предприятие является большим, или средними фармпроизводителем.

## Взаимосвязь общего менеджмента предприятия и управления качеством

Понятно, что дать характеристику основным принципам построения информационной модели функционирования современного предприятия, будь-какого профиля невозможно без предыдущего анализа взаимосвязи общего менеджмента предприятия и управления качеством [3].

Исторически основой, как общего менеджмента, так и управления качеством является система Ф. У. Тейлора, которая использовалась на зарубежных предприятиях в период 1900–1920 гг. Эта система включала понятие верхней и нижней границы качества, границы допусков, вводила такие измерительные инструменты, как шаблоны и калибры. Обосновывалась необходимость независимой должности инспектора по качеству, разнообразных систем штрафов для производителей некачественной продукции, форм и методов влияния

на качество продукции. Подчеркнем, что на этом этапе общий менеджмент и менеджмент качества были нераздельными в единой системе управления предприятием. В дальнейшем на длительный срок времени (1920–1980 гг.) пути развития общего менеджмента и менеджмента качества, как показано на рис. 1, разошлись. Главная проблема качества воспринималась и разрабатывалась специалистами предприятия преимущественно как инженерно-техническая проблема контроля процессов производства, а проблема менеджмента — как проблема организационного и социально-психологического планов.

Так на этапе 1920–1950 гг. развитие получили статистические методы контроля качества SQC (Statistical Quality Control). Появились контрольные карты А. Шухарта, обосновывались выборочные методы контроля качества продукции и регуляции технологических процессов. Даже в 1950–1980 гг. наиболее широкомасштабные системы контроля за границей еще назывались системами контроля качества: TQC (Total Quality Control — общий контроль качества), CWQC (Company Wide Quality Control — контроль качества в масштабах всего предприятия), QC (Quality Circles — кружки контроля качества), QFD (Quality Function Deployment — развертывание функции качества) и т.д. Таким образом, в это время формировалось направление, которое получило название инжиниринг качества. Между тем, именно в тот период начинается активное сближение методов обеспечения качества с представлениями общего менеджмента. За границей наиболее характерным примером этого сближения служит система ZD (Zero Defect — нуль дефектов), а также в бывшем СССР — общесоюзная система КС УКП (Комплексная система управления качеством продукции).

Движение навстречу друг к другу общего менеджмента и менеджмента качества объективно и исторически совпало, с одной стороны с расширением научных представлений о качестве продукции и средств влияния на нее, а с другого — с развитием внутрифирменного менеджмента. Решение задач качества на этапе 1980–2000 гг. требовало создания адекватной организационной структуры предприятия, которая должна объединять не только все подразделения предприятия, а каждого работника компании на всех этапах жизненного цикла продукции или петли качества [4]. На основе такой логики формируются следующие концепции систем управления качеством как TQM (Total Quality Management — общий менеджмент качества) и UQM (Universal

Система Тейлора	Классическая школа менеджмента	Системный менеджмент. Матричная организационная структура	Отраслевой менеджмент: -финансовый; -персональный; -в производстве; -в маркетинге; -в проектировании	Система ИМК
	Статистический контроль качества. Теория надёжности	Всеобщий контроль качества. Инжиниринг качества	Комплексные системы управления качеством	
1900–1920 г.г	1920–1950 г.г	1950–1980 г.г.	1980–2000г.г.	2000 – и далее

Рис. 1. Взаимоотношение общего менеджмента и менеджмента качества.

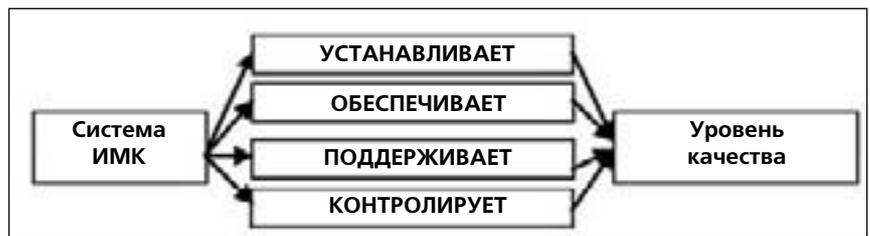


Рис.2. Целевые функции системы ИМК.

Quality Management — универсальный менеджмент качества).

В то время как представления о менеджменте качества, которые накапливали и интегрировали все новые и новые элементы производственной системы, сформировали современную систему MBQ (Management Quality — менеджмент на основе качества) общий менеджмент, напротив, распадается на ряд отраслевых независимых дисциплин (финансы, персонал, инновации, маркетинг и т.д.). В теоретическом смысле такой отраслевой менеджмент представляет собой управление по целям MBO (Management Objectives).

Таким образом, можем констатировать, что интегральный менеджмент качества (ИМК) становится в наше время ведущим менеджментом фирм — производителей. Одновременно проходит процесс слияния MBO и MBQ в единую систему (подобно к начальной системе Тейлора), но уже на другом качественном уровне. Следовательно, информационная модель современного

предприятия должна базироваться на основах концепции системы ИМК, которая объединяет многоцелевой характер менеджмента предприятия с оптимизацией по критерию качества всех этапов процесса создания продукции.

## Жизненный цикл продукции и целевые функции системы ИМК

Система ИМК представляет собой совокупность управляющих органов и объектов управления, мероприятий, методов и средств, которые направлены

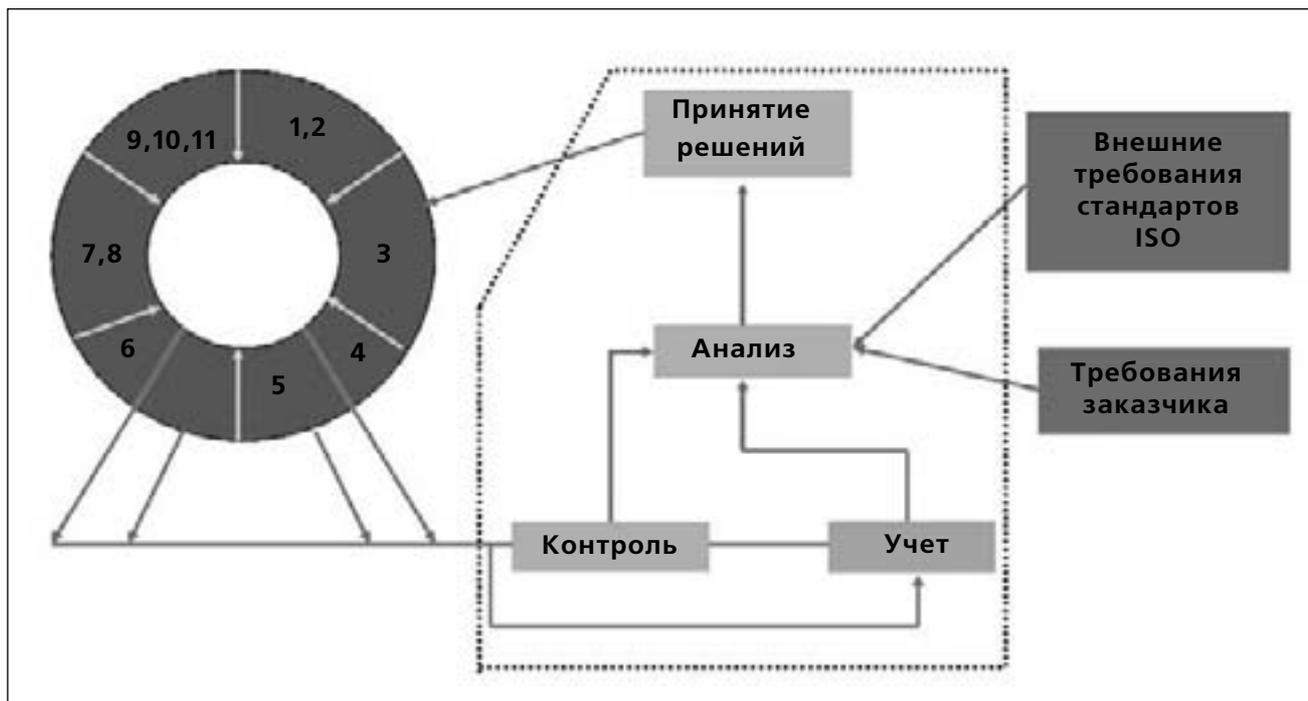


Рис. 3. Обобщенная схема функционирования системы ИМК.

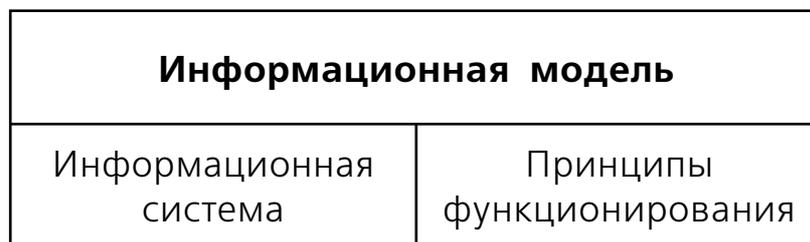


Рис. 4. Структура информационной модели.

на установление, обеспечение и поддержку необходимого уровня качества продукции [3]. Таким образом, целевые функции системы ИМК по определению: установление, обеспечение и поддержка необходимого уровня качества (рис. 2). Очевидно, что для поддержки необходимых требований уровня качества продукции нужен постоянный объективный контроль — мониторинг функционирования системы ИМК на всех его уровнях. Необходимо отметить, что в приведенном определении системы ИМК подчеркивается необходимость создания общей организационной структуры предприятия, которая именно и обеспечивает функционирование этой системы. Между тем вопрос о конкретной реализации организационной системы предприятия здесь рассматривать не будем, поскольку эта

тема нуждается в отдельном обсуждении и выходит за рамки данной статьи.

В соответствии с общими стандартами ISO жизненный цикл продукции включает 11 этапов:

- 1) маркетинг, поиск и изучение рынка;
- 2) проектирование и разработка технических требований, разработка продукции;
- 3) материально-техническое обеспечение;
- 4) подготовка и разработка производственных процессов;
- 5) производство;
- 6) контроль, проведения испытаний и обследований;
- 7) упаковка и хранение;
- 8) реализация и распределение продукции;
- 9) монтаж и эксплуатация;
- 10) техническая помощь и обслуживание;
- 11) утилизация после испытаний.

Перечисленные этапы удобнее всего в схематических решениях подавать в виде петли качества [4]. С учетом этого на рис. 3 приведен обобщенную информационную схему функционирования системы ИМК.

Таким образом, целевая функция системы ИМК «обеспечение необходимого уровня качества продукции» — это совокупность мероприятий, которые систематически планируются, проводятся и создают необходимые условия для выполнения каждого этапа петли качества с целью соответствия продукции требованиям к качеству. Целевая функция системы ИМК «поддержка необходимого уровня качества» включает принятие решений, чему предшествует контроль, учет и анализ, для обеспечения постоянной деятельности предприятия, направленные на повышение техни-



Рис. 5. Общая кибернетическая модель предприятия.

ческого уровня продукции, качества ее изготовления, усовершенствования элементов производства и системы в целом. Определим информационную цепочку связей для реализации целевой функции поддержки уровня качества: контроль – учет – анализ – принятие решений, которая нам будет необходима в последующем рассмотрении информационной модели системы ИМК.

## Обоснование выбора типа информационной модели системы ИМК

Будем считать, что информационная модель представляет собой соединение информационной системы и базовых принципов ее функционирования (рис. 4). В современной литературе информационную модель также определяют как кибернетическую модель [5], поскольку организационно-производственную систему любого предприятия можем представить в виде кибернетического «черного ящика». На входе такого объекта находится совокупность материальных, трудовых, финансовых, интеллектуально-информационных ресурсов и ресурсов времени, которая в процессе производства трансформируется в некоторое множество исходных

целей – оптимум по критерию качества готовой продукции (работ или услуг), минимум выбросов, отходов, рисков (рис. 5). В наше время существует множество способов классификации информационных систем [6, 7]. Например, в зависимости от масштабов системы, способа организации и обработки данных и т.д. Однако, концепция системы ИМК, которая нами избирается для средних и больших фармацевтических предприятий, позволяет однозначно определить необходимый класс информационной системы. Это класс корпоративных информационных систем, которые ориентированы на масштаб предприятия и могут поддерживать территориально разнесенные узлы и сети, а также иметь иерархическую структуру из нескольких уровней. Корпоративные информационные системы, кроме обеспечения доступа в информационный фонд отдельной рабочей группы, обеспечивают доступ из любого подразделения к центральным или распределенным базам данных предприятия. Для таких систем характерна архитектура «клиент-сервер» со специализацией серверов.

Характерными признаками корпоративных информационных систем согласно [7] является:

- длительный жизненный цикл;
- миграция унаследованных систем;
- разнообразие используемого аппаратного обеспечения, жизненный цикл которого меньше, чем жизненный цикл всей системы;
- разнообразие используемого программного обеспечения;
- масштабность и сложность решаемых задач;
- пересечение множества разных предметных сфер;

- ориентация на аналитическую обработку данных;
- территориальная распределённость;
- использование корпоративных SQL – серверов баз данных (Oracle 9i, Informix – Online, Informix – DSA, Sybase, CA – Ingress и др.) и соответствующих инструментальных средств; кроме средств собственной разработки, также часто находят применение независимые многоплатформенные инструментальные средства, что дополнены интерфейсами, драйверами и шлюзами для связи с разными системами управления базами данных;
- использование Web – технологий;
- повышенные требования к надежности функционирования и сохранения данных.

Для формирования необходимых здесь базовых логико-программных принципов функционирования корпоративной информационной системы ИМК напомним определение понятия «экспертная система». В классическом смысле, экспертная система – это программа для компьютера, которая оперирует знаниями в определенной предметной области с целью продуцирования рекомендаций или решения проблемы [8]. Базовыми функциями экспертной системы считаются: приобретение знаний, представление знаний, управление процессом поиска решений и объяснения принятого решения. Возможность иметь доказательство обоснования выбора решений называют прозрачностью экспертной системы. Экспертные системы, которые в процессе работы могут корректировать свою базу знаний, имеют название интеллектуальные. Основные задачи, которые обычно решают экс-



Рис. 6. Логико-программные принципы функционирования ИМК и экспертной системы.



Рис. 7. Адекватность логико-программных принципов функционирования ИМК.

пертные системы, заключаются в диагностике «дефекта» (в общем понимании) и планирование последовательности выполнения операций, которые ведут к определенной цели.

Из сравнительного анализа основных характеристик экспертной системы и рассмотренной на рис. 3 обобщенной информационной схемы ИМК предприятия, которая содержит ключевую цепочку связей: контроль – учет – анализ – принятие решений, не тяжело установить адекватность логико-программных принципов их функционирования (рис. 6). Понятно, что экспертная система для всей корпоративной информационной сети предприятия будет базироваться на нескольких базах знаний в разных предметных областях. В указанном смысле она уже будет определяться как экспертная система гибридного типа.

Также понятно, что результаты работы тандема «персонал + информационная система» будут определять интеллектуальность экспертной среды (рис. 7).

Таким образом, обобщенная информационная модель системы ИМК средних и больших размеров предприятий должна представлять собой корпоративную информационную систему, которая функционирует вместе с персоналом предприятия на основах логико-программных принципов интеллектуальной гибридной экспертной среды. Необходимо заметить, что при «отстранении» в предложенной модели персонала от информационной системы, а соответственно и «отстранении» функций принятия решений, подобные информационные системы определялись раньше как системы поддержки принятия решений (DSS Decision Support System).

## Основные функции системы ИМК фармацевтического предприятия

Для целостности формирования информационной модели системы ИМК нам нужно еще указать ее основные управленческие функции и определить принципы их поддержки информационной системой предприятия. Классификацию управленческих функций управления системы ИМК [3] удобно подать в виде таблицы (табл. 1).

Как видно, управленческие функции в своей реализации однозначно коррелируют с этапами жизненного цикла продукции и должны оптимизироваться по установленным показателям качества. При этом разнообразие функций и специфические отличия их друг от друга определяют требования модульного построения информационной системы предприятия. Каждый модуль информационной системы должен, с одной стороны, обеспечивать информационную поддержку реализации конкретной управленческой функции, а с другой стороны, быть адаптированным к требованиям его функционирования в общей информационной системе. В этом смысле, отдельные модули информационной системы могут учреждаться на разных программных пакетах, но они должны быть адаптированными к использованию в общей среде и выполнять определенные экспертные функции. Необходимо отметить, что мера открытости функционирования отдельного модуля информационной системы будет определяться требованиями обеспечения общего контроллинга деятельности предприятия.

## Выводы

- Исходя из общих требований стандартов ИСО и требований GMP стандартов в основу функционирования деятельности фармацевтического предприятия нового поколения должна быть положена концепция единственной системы интегрального менеджмента качества (ИМК).
- Адекватная информационная модель системы ИМК предприятия представляет собой корпоративную информационную систему модульного типа, которая функционирует вместе с персоналом предприятия на логико-программных принципах интеллектуальной экспертной среды с целью оптимизации работы всех уровней предприятия, а также реализации всех управленческих функций, по установленным показателям качества.
- С целью минимизации материальных затрат и сроков на создание и внедрение информационных систем ИМК на всех средних и больших предприятиях фармацевтической отрасли целесообразно в дальнейшем разработать единые стандарты функционирования таких информационных систем, которые будут включать также единые требования к используемому программному обеспечению.

**Табл. 1. Управленческие функции системы интегрального менеджмента качества.**

№ п/п	Функции системы ИМК	Краткая определяющая характеристика
1	Прогноз технического уровня и качества продукции	Номенклатура, ассортимент и показатели качества в новых видах продукции; выяснение перспективных требований потребителей и путей их удовлетворения.
2	Планирование повышения качества продукции	Разработка и освоение новых видов продукции; повышение технического уровня и качества продукции что выпускается.
3	Нормативы и требования к качеству продукции	Выбор номенклатуры показателей качества; оптимизация показателей качества и их нормирования; организация и проведение испытаний.
4	Аттестация продукции	Мероприятия по подготовке и проведению аттестации продукции.
5	Разработка и наладка производства продукции	Создание новой продукции на необходимом уровне технико-экономических показателей
6	Технологическое обеспечение качества продукции	Обеспечение технологической готовности производства в соответствии показателями что заданы
7	Метрологическое обеспечение качества продукции	Единство точности измерений параметров изделий, характеристик оборудования и инструмента
8	Материально-техническое обеспечение	Поставка сырья, материалов, комплектующих изделий и др.
9	Подготовка и повышение квалификации персоналом	Организация обучения всех категорий персонала передовым методам работы
10	Организация взаимоотношений по качеству между потребителями и поставщиками	Обеспечение выполнения взаимных требований по качеству между потребителями и поставщиками
11	Обеспечение стабильности запланированного качества	Предупреждение и ликвидация причин, негативно действующих на качество продукции
12	Стимулирование повышения качества продукции	Мероприятия по поощрению персонала, а также ответственности за производство некачественной продукции.
13	Контроль качества и испытаний продукции	Предупреждение выпуска продукции, что не отвечает требованиям стандартов, технических условий, условиям поставки и соглашениям
14	Внутризаводской учет и отчетность по качеству продукции	Систематическая регистрация данных и отчетности на разных уровнях управления качеством продукции
15	Технико-экономический анализ	Выявление конечных результатов деятельности предприятия
16	Правовое обеспечение системы управления	Использование средств и форм юридического влияния и поддержки для объектов управления на всех стадиях жизненного цикла продукции
17	Оперативный контроллинг системы	Обеспечения руководителей достоверными данными, характеризующими технический уровень и качество продукции на всех стадиях ее жизненного цикла
18	Традиционные функции управления хозяйственным комплексам предприятия	Организация работы бухгалтерского учета, экономической и кадровой служб, транспорта, связи, службы безопасности и т.д.
19	Управление окружающей средой	Обеспечение экологических норм

## Литература

- Надлежащая производственная практика лекарственных средств/Под ред. Н. А. Ляпунова, В. А. Затория, В. П. Георгиевского, Е. П. Безуглой. – К.: МОРИОН, 1999. – 896с.
- GMP: Вопросы и ответы// Мистер блистер №4. – 2003. – с.10-11.

3. Управление качеством: Учебник для вузов/Под ред. С. Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2004. – 334с.
4. Экономический ежегодник хозяйственника. Выпуск 2/ Э40.— М.: Экономика, 1991. – с.130.
5. Арсеньев Ю. Н., Шелобаев С. И., Давыдова Т. Ю. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2003. – 270с.
6. Павленко Л. А. Корпоративные информационные системы: Навч. посіб. – Х.: ВД «ИНЖЕК», 2003. – 260с.
7. Пономаренко В. С., Павленко Л. А. Организация данных в распределенных информационных системах: Навч. посіб. – Х.: РИО ХДЕУ, 2000 – 104с.
8. Джексон П. Введение в экспертные системы: Пер. с англ. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. – 624с.

## Informational model of the system of integral quality management for pharmaceutical companies

V. A. Zhuk, Yu. M. Penkin  
National pharmaceutical university,  
Kharkov, Ukraine

### Abstract

Modernization of pharmaceutical industry which will comply to the requirements of GMP-standards requires much input. The selection of informational model of the enterprise of new generation will make it possible to transform the existing concept of large or medium pharmaceutical manufacturers. In compliance with the requirements of ISO and GMP standards, the concept of the system of integral quality management (IMQ) will provide the foundation for the pharmaceutical enterprise functioning. An adequate informational model of the enterprise IMQ system represents a corporative information system of the module type, which functions together with the enterprise personnel on the logic-programme principles of intellectual expert medium with the aim of optimization of functioning of all levels of the enterprise, as well as the realization of

all management functions, on the selected quality factors. In order to minimize costs and time for creation and implementation of the ИМК information systems at all medium and large pharmaceutical enterprises, uniform standards of functioning of such information systems, which will include the uniform requirements to the software, should be developed.

**Key words:** quality control system, information model.

## Інформаційна модель системи інтегрального менеджменту якості для фармацевтичних підприємств

V. A. Zhuk, Yu. M. Penkin  
Національний фармацевтичний  
університет, Харків, Україна

### Резюме

Модернізація фармацевтичних виробництв, які повинні відповідати вимогам GMP-стандартів вимагає великих витрат. Вибір інформаційної моделі підприємства нового покоління дозволить трансформувати існуючу концепцію діяльності великих або середніх фармвиробників. Виходячи з вимог ІСО і GMP стандартів в основу функціонування діяльності фармацевтичного підприємства повинна бути покладена концепція системи інтегрального менеджменту якості (ІМЯ). Адекватна інформаційна модель системи ІМЯ підприємства є корпоративною інформаційною системою модульного типу, яка функціонує разом з персоналом підприємства на логіко-програмних принципах інтелектуального експертного середовища з метою оптимізації роботи всіх рівнів підприємства, а також реалізації всіх управлінських функцій, по встановлених показниках якості. З метою мінімізації матеріальних витрат і термінів на створення і впровадження інформаційних систем ІМК на всіх середніх і великих підприємствах фармацевтичної галузі доцільно надалі розробити єдині стандарти функціонування таких інформаційних систем, які включатимуть також єдині вимоги до програмного забезпечення що використовується.

**Ключові слова:** система управління якістю, інформаційна модель.

## Переписка

д.физ.-мат.н., професор  
**Ю. М. Пенкін**  
кафедра інформаційних технологій  
Національний фармацевтичний  
університет  
ул.Пушкинская 53, Харьков  
61002, Украина  
тел.: (057) 771 81 52  
эл.почта:kit@ukrfa.kharkov.ua

УДК: 61:004.45

# Концептуальні підходи до інтегрованого середовища оцінки знань у медичній освіті

**Л. Я. Ковальчук, В. П. Марценюк, А. В. Семенець**Кафедра інформатики, іноземних мов та суспільних наук,  
Тернопільський державний медичний університет  
ім. І. Я. Горбачевського, Україна

## Резюме

Метою даної роботи є розробка концептуальної моделі інтегрованого середовища оцінки знань у медичній освіті. Пропонована в роботі ІКС спрямована на рішення питань створення, збереження й повторного використання тестових завдань, а також розробки на їхній основі нових наборів тестів. Запропоновано головні принципи побудови, представлена концептуальна інформаційна модель, що доведена до проєкцій інформаційного простору і їхніх онтологічних специфікацій. Також запропонований технологічний інструментарій при розробці програмного комплексу й зазначені перші результати його реалізації.

**Ключові слова:** концептуальна модель, медична освіта, перевірка знань, медичні бази даних, розробка програмного забезпечення.

**Клин. информат. и Телемед.**  
**2008. Т.4. Вып.5. с.71–76**

## Вступ

Проблема контролю й перевірки знань завжди була актуальною для галузі освіти. Сьогодні ясно, що традиційні іспити не є інструментом, що може виявити реальні знання абітурієнта. Усе ширше для оцінки знань використовуються різноманітні методики тестування.

Особливо проблема якісного контролю знань актуальна для медичної освіти. Прикладом успішного впровадження тестової системи оцінки знань на державному рівні є ліцензійний іспит у формі тесту «Крок». Зараз відбувається впровадження тестування як методу контролю знань у навчальний процес багатьох медичних навчальних закладів. При цьому, виникає кілька складних питань: формування бази тестових питань, формування на їхній основі окремих тестів, реалізація різноманітних методик тестування, аналіз якості тестів й окремих питань.

Природним бачиться широке використання засобів обчислювальної техніки як для підготовки тестів, так і для їхньої реалізації (проведення тестування). На сьогодні розроблена велика кількість програмних пакетів для підготовки й проведення тестування. Однак, слід зазначити, що, незважаючи на гадану зручність і простоту комп'ютерного тестування, цей метод по фізіологічних причинах непридатний для тестів великого обсягу. Наприклад, той же тест «Крок» реалізується у вигляді паперових буклетів і бланків відповідей з наступною комп'ютерною обробкою результатів. Крім того,

специфіка тестування в медицині має на увазі майже обов'язкове використання графічних зображень. З огляду на ці фактори, можна побачити, що лише одиничні програмні продукти можуть задовольнити вимогу до тестової системи для медичного навчального закладу.

Інформаційно-керуючими системами (ІКС) називають системи керування підприємствами, установами, територіальними об'єднаннями, господарствами, областями, відомствами, які базуються на регулярному застосуванні сучасних математичних методів і технічних засобів автоматичної обробки інформації в обліку, аналізі, плануванні, організації, проєктуванні й підготовці виробничо-господарської діяльності [1].

Класифікація медичних інформаційних систем (МІС) наведена в [2], [3]. Відповідно до неї, виділяють наступні МІС:

- технологічні МІС;
- банки інформації медичних служб;
- статистичні МІС;
- науково-дослідні МІС.

Метою даного дослідження є розробка концептуальної моделі інтегрованого середовища оцінки знань у медичній освіті. Пропонована в роботі ІКС спрямована на рішення проблем:

- розробки, зберігання різних типів тестів;
- реалізації різних методик тестування;
- обробки й зберігання результатів тестування;
- оцінки якості тестових завдань.

Принципи побудови ІКС були покладені в [4]. Приклади реалізації для МІС показані в [3], [5].

## Принципи побудови ІКС оцінки знань у медичній освіті

Загальні принципи побудови автоматизованої системи керування були запропоновані В. М. Глушковым [4]. Застосовуючи головні з них до розробки ІКС оцінки знань у медичній освіті з позиції сучасних досягнень в області інформаційних технологій, зокрема, приходимо до наступних положень.

**1. Принцип нових завдань.** Відповідно до цього принципу, застосування ІКС до рішення завдань, які традиційно вже знайшли некомп'ютерний шлях рішення, є неефективним [4]. ІКС тестування активно розробляються протягом останніх 20-ти років, але навіть 6–7 років тому їхнє застосування в медичній освіті було досить утрудненим, внаслідок обмежених графічних можливостей як персональних комп'ютерів, так і самих систем. Виключення становлять спеціалізовані апаратно-програмні комплекси, які, однак, відрізняються високою вартістю. Головні труднощі були викликані необхідністю включення в тести великої кількості медичних зображень, що отримані різними методами й зберігаються в різних форматах. Більше того, великий розмір зображень, а також досить серйозні обмеження на застосування стиснення (для запобігання втрати якості наприклад, мікрозображень), створювали додаткові труднощі при побудові ІКС тестування. Приймаючи це до уваги, представлену ІКС тестування в медичній освіті можна розглядати з позицій реінжинірингу [6].

**2. Принцип комплексного підходу.** Повинна бути проведена структуризація об'єкта керування й системи керування ним, що склалася. Традиційно, як об'єкт керування в освіті розглядають отримані абітурієнтами знання. Керування ними є різного роду експерименти, які проводяться з метою рішення двох класів завдань:

- пошук найбільш ефективних методик навчання;
- контроль якості навчання.

Далі в роботі буде наведена структуризація об'єкта керування, якої ми будемо дотримуватися.

**3. Принцип максимально доцільної мінімізації проектних рішень.** Розроблюваний проект ІКС повинен бути придатний для використання при вирішенні багатьох взаємопов'язаних задач.

На мою думку, велике значення при цьому має дотримання об'єктно-орієнтованого підходу при розробці концептуальної моделі ІКС [7], [8]. Потенційні завдання, у яких розроблюваний проект ІКС може бути використаний — це організаційні ІКС в освіті, наприклад шляхом інтеграції з ІКС «Контингент» для медичних навчальних закладів.

**4. Принцип безперервного розвитку системи.** Раніше під цим малося на увазі використання модульної процедурно-орієнтованої структури побудови ІКС [4]. Однак надалі (друга половина 80-рр. ХХ-го століття) ціле покоління АСУ (у тому числі, і медичного призначення), які базувалися на модульній організації, виявилися непридатні до перенесення на нове апаратне й програмне забезпечення. Як гарант інваріантності ІКС до змін у програмному забезпеченні, пропонується об'єктно-орієнтована організація інформаційної моделі ІКС й її складових. Розумне використання таких понять в об'єктно-орієнтованому підході, як абстрактні класи й методи, робить можливості ІКС щодо її модернізації й поповнення новими завданнями практично невичерпними [9], [10].

**5. Принцип єдиної інформаційної бази.** Він полягає в тому, що варто уникати дублювання інформації, а накопичена в процесі роботи ІКС інформація повинна використовуватися для рішення багатьох завдань. Інформація про тестування (окремі питання й сформовані тести, а також результати) повинна зберігатися у вигляді бази даних, приведеної до відповідної канонічної нормальної форми [11]. Крім того, бажаним є інтеграція з базою даних ІКС «Контингент» для медичних навчальних закладів, у якій є в наявності частина необхідної для ІКС інформації: відомості про студентів вузу, його підрозділи і про навчальні курси.

**6. Принцип стандартизації систем програмування.** Однотипні або схожі завдання повинні зважуватися на різній технічній базі. Представлена ІКС орієнтована на Інтернет-програмування. При цьому, ядро ІКС повинне розміщатися на комп'ютері-сервері, програмне забезпечення (ПО) якого повинне включати сервер бази даних і сервер додатків. Планується використання безкоштовного вільно-поширюваного ПО. При цьому користувач ІКС може використати будь-яку апаратну платформу й будь-яке програмне забезпечення — на клієнтському комп'ютері лише відображаються результати роботи програм ІКС.

**7. Принцип дружнього інтерфейсу при введенні й виводі інформації.** Незважаючи на бурхливий розвиток апаратних засобів, як і 20 років тому, введення й вивід інформації залишаєть-

ся «вузьким місцем» комп'ютерів. І якщо раніше принцип полягав в мінімізації процесів введення й виводу (щоб їх взагалі обійти), те сьогодні стоїть завдання надання зручного способу вводу-виводу (дружності). Орієнтація на Інтернет-програмування накладає деякі обмеження на інтерфейс користувача ІКС, продиктовані, у першу чергу, вимогами забезпечення безпеки передачі інформації, ніж при використанні стандартних додатків операційної системи.

## Концептуальна модель ІКС оцінки знань у медичній освіті. Структуризація об'єкта й системи керування

Завдання пошуку найбільш ефективних методів навчання в першу чергу полягають у визначенні поточного рівня знань, тобто, у принципі, ідентична завданню контролю якості навчання. Існуючі методики тестування припускають використання освітніх тестів з 8 типами питань.

- Три типи питань із двома, трьома й п'ятьма визначеними альтернативами відповідей (максимально: так; скоріше так, ніж ні; не знаю; скоріше ні, ніж так; ні).
- Вибір варіанта, серед визначених розробником.
- Вибір декількох варіантів, серед визначених розробником.
- Ранжирування запропонованих варіантів за деяким критерієм.
- Встановлення відповідностей між елементами питання й варіантами відповіді.
- Закритий тип питання, при якому абітурієнт самостійно вводить відповідь.
- Закритий тип питання, при якому абітурієнт самостійно вводить набір відповідей.
- Закритий тип питання, при якому абітурієнт пише короткий твір на задану тему.

Слід зазначити, що останній тип питання не є канонічним тестовим, тому що не передбачає можливості автоматичної перевірки.

Що стосується способів проведення тестування, то пропонується використати:

- повністю автоматичне (комп'ютерне) тестування;
- тестування з використанням автоматично виготовлених паперових тестових завдань із наступною автоматичною обробкою результатів.

Другий варіант практично обов'язковий при великих кількостях тестових завдань через фізіологічні особливості людського сприйняття. Природно, повноцінна ІКС повинна мати можливості реалізації обох способів.

## Структура інформаційної моделі ІКС оцінки знань у медичній освіті

Концепції побудови інтегрованого середовища складної ІКС викладені в [6]. Дотримуючись їх, і використовуючи рекомендації, викладені в [12], інтегроване середовище оцінки знань у медичній освіті (ІСОЗМО) я пропоную розглядати як багатомірний інформаційний простір, де вводиться п'ять основних інформаційних проекцій, щодо яких потрібно побудувати опис існуючої ІКС, а саме:

- проекція «Топологія оцінки медичних знань», якої дотримується ІКС, МКЕТ-проекція (Medical Knowledge Evaluation Topology);
- проекція структури програмного забезпечення й ресурсів даних, які використовуються в системі, SDS-проекція (Software and Data Structures);
- проекція «Інформаційні профілі користувачів», які взаємодіють із ІКС як безпосередньо в її структурі, так і за її межами (віддалені користувачі), UIP-проекція (User Information Profiles);
- проекція «Опис нових тестів і методик», NTM-проекція (New Tests and Methods);
- проекція «Шляхи впровадження нових тестів і методик» для вдосконалення ІКС, NTMU-проекція (New Tests and Methods Upgrade).

Отже, формалізований опис пропонованої ІСОЗМО — позначимо його як ІМКТЕ (Integrated Medical Knowledge Test Environment) — можна задати як об'єднання п'яти запропонованих проекцій, а саме:

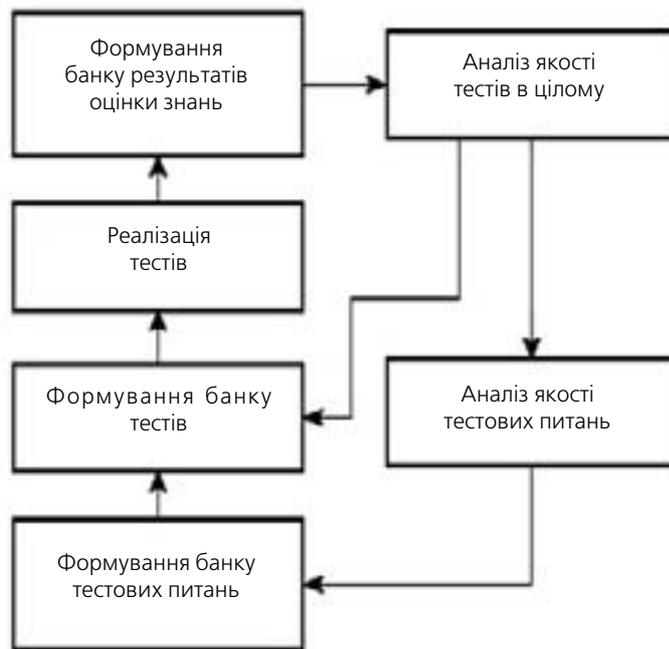
ІМКТЕ = МКЕТ И SDS И UIP И NTM И NTMU

Далі (рис. 1) наведені відповідні діаграми абстрактних класів проекцій.

Стрілками показані головні напрямки спадкування в класах.



а) МКЕТ-проекція



б) SDS-проекція

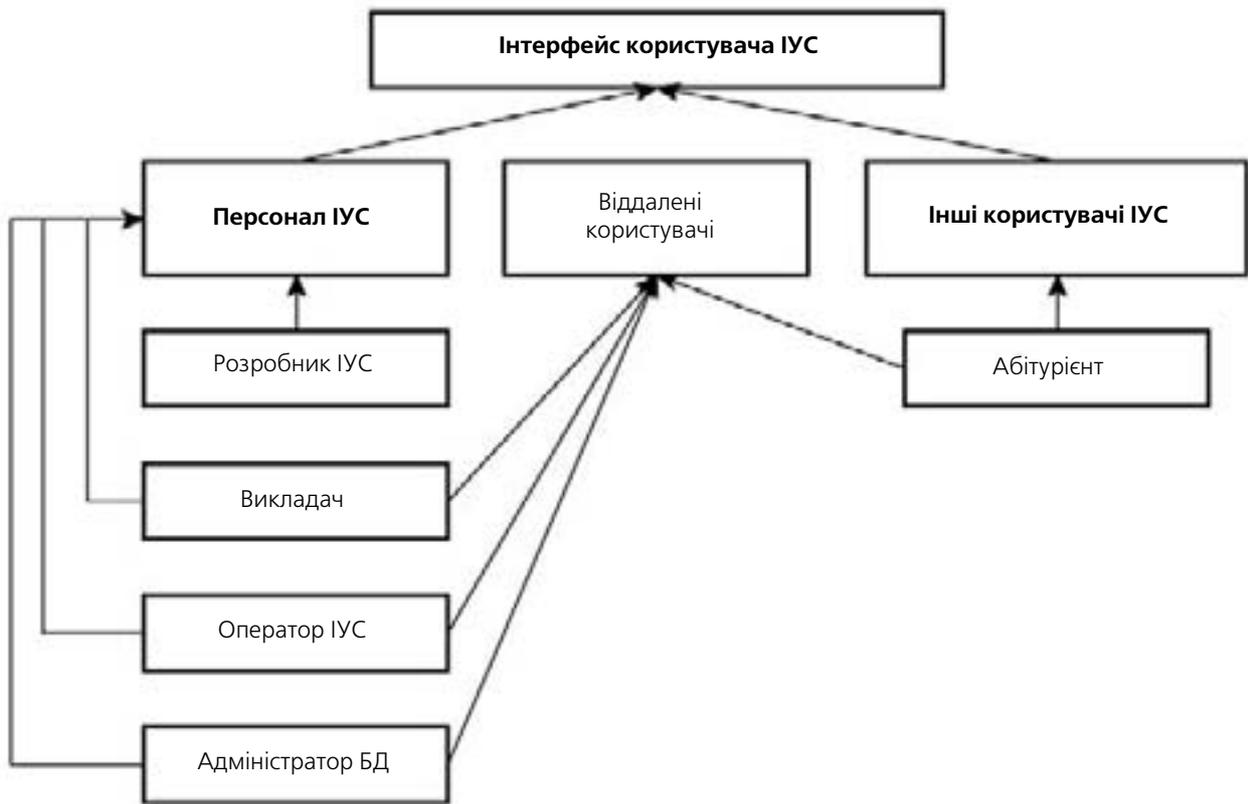
## Структура експериментального проекту ІСОЗМО

Уже початі роботи з реалізації експериментальної версії ІСОЗМО. Як інструментальні засоби обрані [13]:

- мова розробки додатку — Java;

- середовище розробки додатку — Java Studio Creator — вільно розповсюджене програмне забезпечення;
- програмний сервер бази даних — Firebird — вільно розповсюджене програмне забезпечення;
- середовище виконання додатку — Java Application Server — вільно розповсюджене програмне забезпечення.

Використовуючи інструментальні засоби сервера Firebird, у повному обсязі реалізована база даних, що відповідає даної концептуальній моделі. За допомогою середовища розробки Java Stu-



в) UIP-проекція



г) NTM- проекція

dio Creator реалізовані наступні модулі (класи) ІСОЗМО:

- ApplicationBean1 – клас, що формує загальні для всіх користувачів системи набори даних (DataSet) і константи;
- Mainmenu – формує інтелектуальне меню системи;

- LoginPage – забезпечує можливість безпечної авторизації користувача;
- LoginUser – абстрактний клас, що описує інформацію про користувача;
- UserHome – вихідні персональні налаштування й константи;

- SessionBean1 – набори даних (DataSet) і тимчасові змінні кожного активного користувача;
- DepartmentEdit - редактор підрозділів навчального закладу;
- UsersEditor – редактор користувачів системи;

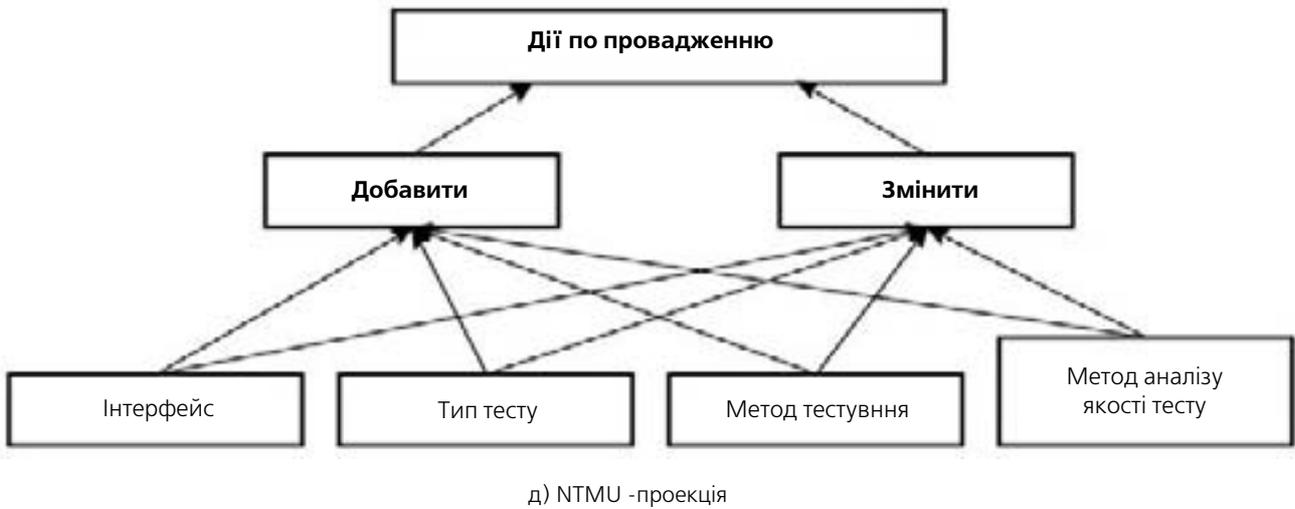


Рис. 1 (а, б, в, г, д). Діаграми абстрактних класів проєкції.

- SciensEditor – редуктор наукових напрямків діяльності підрозділів;
- AskEditor – редактор списку тестових питань;
- AnswersEditor – редактор списку відповідей на тестові питання;
- SubjectEditor – редактор списку навчальних дисциплін підрозділу;
- TestEditor – редактор тестів по навчальній дисципліні;
- TestListEditor – редактор-менеджер керування списком питань по тесту;
- OnlineTest – модуль проведення комп’ютерного тестування
- OffLineTest – модуль підготовки паперових квитків для тестування;
- Analizator – перевіряє результати тестування;
- Reporter – підготовка звітів за результатами.

На рис. 2 наведено приклад інтерфейсу користувача цього програмного комплексу.



Рис. 2. Вікно редактора тестів\*.

\* Більш детальна інформація про експериментальний проєкт ICOЗМО представлена на <http://www.tdmu.edu.te.ua/departments/informatics>

## Висновки

Отже, у роботі розглядаються питання побудови інтегрованого середовища оцінки знань у медичній освіті. Запропоновано головні принципи побудови, представлена концептуальна інформаційна модель, що доведена до проєкцій інформаційного простору і їхніх онтологічних специфікацій. Також запропонований технологічний інструментарій при розробці програмного комплексу й зазначені перші результати його реалізації. Надалі, дослідження повинні бути спрямовані у бік інтеграції вже розробленого ядра ІСОЗМО з іншими ІКС навчальних закладів, у першу чергу з ІКС «Контингент», що спеціально призначена для медичних навчальних закладів.

### Література

1. Энциклопедия кибернетики: В 2т. – К.: Гол.ред УРЕ, 1974.
2. Гаспарян С. А. Классификация медицинских информационных систем в свете разработки внедрения АСУ специализированными медицинскими службами // Республ. сб. работ по АСУ в здравоохранении. – Г., 1979. – С. 3–12.
3. Минцер О. П. и др. Биологическая и медицинская кибернетика: Справочник. – К.: Научная мысль, 1989. – 375 с.
4. Глушков В. М. Введение в АСУ. – К.: Техника, 1974. – 317 с.
5. Марценюк В. П., Семенец А. В. Сверстюк А. С. Концептуальные подходы к интегрированной среде проведения научных медико-биологических исследований // Штучний інтелект, 2003, №2. – С. 35–43.
6. Ткачук Н. В. Концепция интегрированной среды реинжиниринга сложных информационных управляющих систем // Проблемы информатики и управления. – 2003. – №1. – С. 74–83.
7. Системи підтримки рішень в медико-біологічних дослідженнях. / Марценюк В. П., Кравець Н. О., Ковальчук О. Я., Семенец А. В. Кульчицький В. І., Лашкевич І. М. // здобутки клінічної та експериментальної медицини, випуск 7, 2002. – С. 143.
8. R. Wiener, L. J. Pinson Fundamentals of OOP and data structures in Java. – CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS The Edinburgh Building, Cambridge CB2 2RU, UK.
9. Марценюк В. П., Кравець Н. О. О програмной среде проектирования интеллектуальных медицинских баз данных // Клиническая информатика и Телемедицина – 2004, №1. – С. 47–53.
10. О. Г. Наконечний, В. П. Марценюк, І. О. Баранюк, А. С. Сверстюк, Про програмно-технічний комплекс підтримки наукових медичних досліджень / Медичні технології і вища освіта: Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції. Луцьк, 28 травня 2004 р. / Під заг. редакцією д.м.н., академіка АМТНУ, проф. Г. С. Стеценко. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2004. – С. 92–97.
11. Марценюк В. П. Медицинская информатика. Проектирование и использование баз данных. – Тернополь: Укрмедкнига, 2001. – 178 с.
12. Марценюк В. П. Методи системного аналізу медико-біологічного процесу // International Workshop «PDM-PU-2004», May 25–30, 2004, Ternopil, Ukraine. Abstrakts. – Р. 203–204.
13. Х. М. Дейтел, П. Дж. Дейтел, С. И. Сантри Технологии программирования на Java 2: В 3т. Пер. с англ. – М.: ООО «Бином-пресс», 2003 г.

### Conceptual methods of the integrated environment of the knowledge evaluation in the medical education

**L. Ya. Kovalchuk, V. P. Martsenyuk, A. V. Semenets**  
*Faculty of informatics, foreign language and society sciences  
Ternopol medical state university  
named I. Ya. Gorbachevsky, Ukraine*

#### Abstract

The purpose of this work is the development of the conceptual model of the integrated environment of the knowledge evaluation in the medical education. Described IMS is directed on to the tests tasks creation, storage and reusing. It is also aimed to develop new test sets. There is offered new development approaches. There is shown conceptual informational model resulted in informational space projection and their ontological specifications. The technological tools for the application development is also presented. The pre-relised version of the developed application is showed too.

**Keywords:** conceptual model, medical education, knowledge evaluation, medical databases, application development.

### Концептуальные подходы к интегрированной среде оценки знаний в медицинском образовании

**Л. Я. Ковальчук, В. П. Марценюк, А. В. Семенец**  
*Кафедра информатики, иностранных языков и общественных наук,  
Тернопольский государственный университет им. И. Я. Горбачевского  
Украина*

#### Резюме

Целью данной работы является разработка концептуальной модели ин-

тегрированной среды оценки знаний в медицинском образовании. Предлагается в работе ИУС направлена на решение вопросов создания, сохранения и повторного использования тестовых заданий, а также разработки на их основе новых наборов тестов. Предложены главные принципы построения, представлена концептуальная информационная модель, которая доведена до проєкций информационного пространства и их онтологических спецификаций. Также предложен технологический инструментарий при разработке программного комплекса и указаны первые результаты его реализации.

**Ключевые слова:** концептуальная модель, медицинское образование, проверка знаний, медицинские базы данных, разработка программного обеспечения.

### Переписка

д.т.н., профессор **В. П. Марценюк**  
кафедра информатики, иностранных языков и общественных наук,  
Тернопольский государственный университет им. И. Я. Горбачевского  
пл. Свободы, 1  
Тернополь, 46000  
Украина  
тел.: (0352) 52-47-71  
эл. почта: marcenyuk@yahoo.com

## Пам'яті Віктора Михайловича Пономаренка

Доктор медичних наук професор Пономаренко Віктор Михайлович народився 1 серпня 1949 року в с. Підгірне Білгород-Дністровського району Одеської області. В 1966 р. вступив до Одеського медичного інституту ім. М. І. Пирогова, який закінчив в 1972 р. за фахом «лікувальна справа».

Після закінчення навчання працював хірургом в Арцизькому районі Одеської області – спочатку у Виноградівській дільничій лікарні (до 1974 р.), а потім був переведений до районної лікарні. В 1977–1984 р.р. обіймав посаду завідувача хірургічним відділенням Житомирської районної лікарні, в 1984–1987 рр. головний хірург, а з 1987 р. по 1991 р. – начальник Житомирського обласного управління охорони здоров'я.

Професор Пономаренко В. М. видатний організатор охорони здоров'я. В 1991 р. Пономаренко В. М. був призначений заступником міністра охорони здоров'я України, на цій посаді він працював до 1996 р.

В 1996 р. очолив Український інститут громадського здоров'я МОЗ України, яким керував до останніх днів.

Професор Пономаренко В. М. проводив активну науково-дослідну діяльність з соціальної медицини та організації охорони здоров'я. В 1990 році захистив кандидатську дисертацію, в 1996 році – докторську, отримав звання професора із спеціальності «Соціальна гігієна та організація охорони здоров'я» (1997 р.). Він зробив великий внесок в розвиток охорони здоров'я України. Теоретичні та практичні проблеми управління і організації охорони здоров'я України на національному, регіональному і місцевому рівнях; визначення та обґрунтування державної політики у сфері охорони здоров'я; стратегічних шляхів подальшого розвитку галузі, її нормативно-правового, економічного і фінансового забезпечення та реформування у сучасних соціально-економічних умовах, включаючи реструктуризацію галузі, пріоритетний розвиток первинної медико-санітарної допомоги на засадах сімейної медицини; розробки стандартів медичної допомоги; розвиток інформатизації галузі; визначення факторів, що зумовлюють демографічну ситуацію і здоров'я населення; обґрунтування шляхів покращання здоров'я; ведення моніторингу показників здоров'я різних груп населення, у т.ч. потерпілих від Чорнобильської катастрофи; розробка програм впровадження здорового способу життя та валеологічного виховання населення країни.

Професор Пономаренко В. М. автор більше 400 наукових публікацій і 30 монографій. Він приділяв значну увагу підготовці наукових кадрів. Входив до складу спеціалізованих рад Національного медичного університету ім. О. О. Богомольця та Київської медичної академії післядипломної освіти ім. Шу-

лика за спеціальністю 14.02.03 – соціальна медицина. Виховав плеяду науковців: кандидатів та докторів медичних наук.

Професор Пономаренко В. М. засновник журналу «Вісник соціальної медицини та організації охорони здоров'я України». Входив до редакційних колегій та рад журналів, зокрема «Сучасна педіатрія» та «Здоров'я жінчини», «Охорона здоров'я», «Клиническая информатика и Телемедицина».

В 2007 році став засновником журналу «Україна. Здоров'я нації» та щорічної збірки наукових праць співробітників Українського інституту громадського здоров'я. Журнал «Україна. Здоров'я нації» має міжнародне значення. До складу редакційної колегії увійшли вчені 8 країн світу, в т.ч. працівники ВООЗ.

Професор Пономаренко В. М. тісно співпрацював з ВООЗ, Європейським Регіональним бюро, був учасником виконання міжнародних проектів та програм, у тому числі проектів Ради Європи, міжнародних проектів ВООЗ «Міста здоров'я», «Європа без тютюну», CINDI, «Здоров'я для всіх до 2000 року», «Обстеження стану здоров'я населення за допомогою опитувань» (HIS), програми «TASIS», проекту ЄС «INCO-Correpicus», Українсько-Канадського проекту «Партнери в охороні здоров'я». Пономаренко В. М. виконував роль головного національного координатора 2-х міжнародних проектів: «Мережа міст здоров'я»,

«EUROHIS».

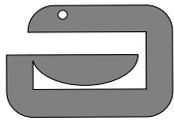
Професор Пономаренко отримав державні нагороди – орден «Знак пошани» (1981р.), почесну грамоту Президії ВР УРСР (1987 р.), орден «За заслуги» III ст. (1999р.), почесне звання – відмінник охорони здоров'я.

Професор Пономаренко з 1993 р. був Президентом Української Асоціації «Комп'ютерна Медицина» (УАКМ), в 2004 р. обраний Почесним членом цієї організації, до складу якої сьогодні входять понад 85 організації та більш ніж 1600 індивідуальних членів.

Світла пам'ять про Віктора Михайловича – нашого друга і колегу – назавжди залишиться в наших серцях.

*Перший віце-президент УАКМ,  
Голова вченої Ради УАКМ  
Професор О. Ю. Майоров*





## Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» (УАКМ)

UKRAINIAN ASSOCIATION FOR COMPUTER MEDICINE (UACM)

### Общая информация

Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» (УАКМ) — независимая неправительственная некоммерческая организация, основанная согласно законодательству Украины в 1992 году во время работы IV Конгресса Всемирной Федерации Украинских Врачебных Обществ (СФУЛТ) при поддержке Министерства здравоохранения Украины.

УАКМ объединяет 85 учреждений: научно-исследовательские институты, университеты, научные общества, лечебные учреждения, производителей медицинского программного обеспечения, провайдеров Интернет, страховые компании. Более 1600 специалистов являются индивидуальными членами Ассоциации.

В 1993 г. Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» была принята в IMIA в качестве Национального члена на Генеральной Ассамблее в Токио-Киото, Япония.

В мае 1994 г. на IV Европейском Конгрессе по медицинской информатике MIE2004 УАКМ стала Национальным членом Европейской Федерации медицинской информатики (EFMI) в Лиссабоне, Португалия.

В 2007 г. УАКМ стала Национальным членом Европейской Ассоциации менеджеров ИТ технологий в здравоохранении (HITM).

Рабочими языками УАКМ являются украинский, русский, английский.

### Цели

- внедрение новых медицинских информационных технологий для создания электронного здравоохранения и реформирования системы здравоохранения в Украине;
- разработка новых медицинских программных продуктов и биотехнических систем;
- участие в государственных и международных программах по информатизации здравоохранения в Украине;
- издание научно-методической литературы;
- проведение симпозиумов, форумов, выставок и конкурсов;
- защита авторских прав;
- осуществление независимого экспертного контроля и подготовка материалов для получения сертификатов;
- подготовка и переподготовка специалистов с целью повышения их квалификации;
- установление контактов с членами IMIA, зарубежными научными обществами, университетами и другими международными неправительственными организациями.

В структуре УАКМ функционирует Совет Ассоциации и Ученый Совет.

Совет Ассоциации состоит из Правления и руководителей учреждений — членов УАКМ.

В составе Ученого Совета 68 ведущих ученых-экспертов в области медицинской информатики, медицины, компьютерной техники, математики, радиоэлектроники из Украины, России, стран СНГ, США, Японии, Великобритании, Франции, Израиля, Польши, Турции, Канады, Швейцарии.

В сферу деятельности Ученого Совета входит:

- участие в разработке комплексных государственных программ информатизации здравоохранения Украины;
- анализ и обмен опытом использования информационных технологий применительно к условиям в Украине;
- рассмотрение совместных проектов;
- осуществление экспертных оценок при сертификации медицинских информационных технологий и программной части аппаратно-программных комплексов;

- участие в разработке учебных программ по медицинской информатике и телемедицине для подготовки и переподготовки врачей и среднего медицинского персонала.

Специалисты УАКМ под эгидой МЗ Украины разработали Концепцию государственной политики информатизации здравоохранения Украины, которая была принята МЗ Украины, согласована с АМН и Главным кибернетическим Центром НАН Украины (Ж. Клин. информ. и Телемед. 2004. №1. с. 8–12; Укр. радиол. журнал. 1996., №2., с. 115–118)., Концепцию Национальной программы информатизации здравоохранения Украины (2005). Государственную программу информатизации здравоохранения на 2007–2010 годы, в которой получили развитие положения Концепции (Ж. Клин. информ. и Телемед. 2006. в. 4. с. 3–9).

Разработаны Концепция создания государственной медицинской Национальной сети прямого доступа УкрМедНет, проект создания Системы обмена медицинской информацией в рамках СНГ, проект создания информационно-аналитической системы (ее медицинской части) по чрезвычайным ситуациям при Кабинете Министров Украины.

УАКМ является инициатором создания проекта «Информационные госпитальные системы Украины».

Положение о сертификации информационных технологий в здравоохранении было разработано Ученым Советом УАКМ и утверждено Министерством здравоохранения, Министерством Юстиции и Госпотребстандартом. При Министерстве здравоохранения была образована Отраслевая комиссия по сертификации. Ее работа проводится на базе Украинского института общественного здоровья.

В 2006 году по инициативе УАКМ создан Координационный Совет по информатизации здравоохранения МЗ Украины, в составе которого ведущие специалисты по медицинской информатике и организации здравоохранения.

С 1996 г. функционирует Веб-портал УАКМ на 3-х языках — украинском, русском и английском ([www.uacm.kharkov.ua](http://www.uacm.kharkov.ua)).

В 1996 г. Приказом МЗ и АМН Украины была создана объединенная экспертная Комиссия МЗ и АМН Украины «Телемедицина», в которую вошли многие члены Ученого Совета УАКМ. Комиссия сотрудничает с международным Телекоммуникационным Союзом ООН (ITU) и Европейской Комиссией по телемедицине (DGXIII).

УАКМ заключила соглашение о создании спутникового («зеркального») Веб-сайта Европейской Обсерватории по телемедицине (ЕНТО). С 1998 г. по 2006 г. функционировал Украинский сервер ЕНТО ([www.ehto-ukr.kharkov.ua](http://www.ehto-ukr.kharkov.ua)), а представитель Украины являлся членом Стратегического Правления породненных серверов ЕНТО на национальных языках.

В 2001 и 2002 годах были проведены 1-й и 2-й Всемирные виртуальные Конгрессы по вариабельности сердечного ритма с помощью специально созданного тематического Веб-сайта ([www.hrvcongress.org](http://www.hrvcongress.org)).

Специалисты УАКМ принимали участие в работе 1-го и 2-го Всемирных Симпозиумов по телемедицине для развивающихся стран, которые проводились под эгидой Международного Телекоммуникационного Союза ООН (ITU) и ВОЗ (1997, ЕНТО, Лиссабон; 1999, Буэнос-Айрес). Делегации Проблемной Комиссии «Телемедицина» в 1998 и 1999 годах принимали участие в международных Конференциях по телемедицине в Висби (Швеция).

В 1998 г. по инициативе и при участии членов Ученого Совета УАКМ началась реализация украинско-американского проекта по мониторингу врожденных уродств. Результаты программы успешно реализованы в 8 областях Украины (подробности см. на Веб-сайте: [www.ibis.org](http://www.ibis.org))

## Конференции

Начиная с 1993 г., УАКМ проводит международные научно-практические конференции «Компьютерная Медицина» и выставки медицинских программных продуктов с участием ведущих отечественных и зарубежных производителей. На Конференции 2007 года («Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения») было представлено более 200 научных докладов, презентаций и демонстраций новейших медицинских диагностических технологий. Пресс-релиз представлен в Ж. Клин. информ. и Телемед. 2008. в. 5. с. 3–5.

Кроме этого, в течение года проводятся Специальные тематические Конференции.

Среди них следует упомянуть следующие:

- международная конференция «Информационные технологии в медицинской радиологии» (Одесса);
- Республиканская встреча-семинар «Введение автоматизированных систем управления в практику работы станций скорой помощи» (Харьков);
- научный семинар «Применение научных технологий в спирометрическом исследовании легких» (Институт медицины труда АМН Украины, Киев);
- семинар по фармакоинформатике: «Применение современных информационных технологий в фармакологии и токсикологии» (Институт фармакологии и токсикологии АМН Украины, Институт кибернетики НАН Украины, Киев);
- конференция «Метагигиена – применение информационных технологий в медицине» (Украинский научный гигиенический центр МЗ Украины, Киев);
- симпозиумы «Применение информационных технологий в мониторинге врожденных дефектов» (Львов, Киев);
- симпозиум «Моделирование в микробиологии и иммунологии» (в рамках юбилейной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения И. И. Мечникова, Харьков);
- международные конференции «Математическое моделирование и компьютерные технологии в исследованиях сердечно-сосудистой системы» (Харьков, 1996–1999);
- научная конференция «Медицинские разработки математических и инженерных наук» (Харьков);
- конференция «Организация системы качества медицинской помощи, медицинских услуг населению с применением информационных технологий» (Киев);
- международная конференция «Создание единого медицинского информационного пространства в столице Украины городе Киеве» (Киев);
- симпозиум «Телемедицина: медицинское образование, наука, здравоохранение» (Киев);
- международная конференция «Варибельность сердечного ритма» (Харьков);
- международная научно-практическая конференция «Современные информационные технологии в диагностических исследованиях» (Днепропетровск);
- международный симпозиум «Актуальные проблемы биомедицинской информатики, телемедицины и биомедицинской кибернетики» (Киев).

Начиная с 1995 г., специалисты Украины участвуют во Всемирных Конгрессах IMIA – Мединфо (1995, Ванкувер; 1998, Сеул; 2001, Лондон; 2004, Сан-Франциско; 2007 Мельбурн).

УАКМ принимает участие в подготовке и проведении Европейских Конгрессов по медицинской информатике в составе Научного программного комитета (1996, Копенгаген; 1997, Салоники; 1999, Любляна; 2000, Ганновер; 2002, Будапешт; 2003, Сент-Мало; 2005, Женева; 2006, Маастрихт 2008, Гётеборг).

## Международное сотрудничество

Специалисты УАКМ установили научные и деловые контакты с Медицинским отделением Британского компьютерного общества (МОБКО). Состоялся обмен делегациями между УАКМ и МОБКО. Делегации УАКМ принимали участие в 3-х крупнейших европейских Конференциях и выставках МОБКО «Компьютеризация здравоохранения» (Харрогейт, Великобритания). В настоящее время специалисты – члены Ученого Совета УАКМ регулярно получают британский журнал «The British Journal of Healthcare Computing & Information

Management» («Компьютеризация здравоохранения и информационный менеджмент»).

По приглашению Департамента коммерции Администрации международной торговли США делегация УАКМ приняла участие в Круглом столе «Бизнес в области медицинской промышленности в Украине» (Чикаго, США) с целью установления взаимовыгодных партнерских отношений со специалистами США в области информационных технологий.

Делегация УАКМ принимала участие в выставке медицинского оборудования в США (Нью-Йорк). Под эгидой Национального агентства по информатизации при Президенте Украины экспозиция информационных технологий членов УАКМ была представлена на наибольшей европейской выставке в составе экспозиции Украины (Дюссельдорф, Германия).

Установлены двусторонние связи с Израильским Обществом медицинской информатики.

По приглашению турецкого научного Общества по Нейрокардиологии и Медицинского Факультета Эрзерумского университета им. Ататюрка специалисты УАКМ провели трехдневный семинар «Брейн-мепинг и нейрокардиология» для специалистов невропатологов, психиатров и нейрофизиологов. В семинаре приняли участие сотрудники более чем 20 университетов и госпиталей со всех концов Турции.

В Цюрихском университете и Швейцарском Федеральном институте технологий Цюриха проведены семинары по новым информационным технологиям исследования нелинейных динамических систем мозга по ЭЭГ (исследования детерминистского хаоса).

## Рабочие группы

Специалисты УАКМ работают в рабочих группах, которые аналогичны рабочим группам IMIA и EFMI.

## Издательская деятельность

Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» совместно с Институтом медицинской информатики и Телемедицины (Институт МИТ) в 2004 году начали издание специализированного междисциплинарного научно-практического журнала «Клиническая информатика и Телемедицина» (ISSN 1812-7231) для врачей всех специальностей и создателей медицинских информационных технологий. В состав Редакционной комиссии вошли ведущие специалисты Украины, России, Белоруссии, Великобритании, Германии, Нидерландов, Румынии, Сербии, США, Швейцарии, Бельгии, Франции, Чехии, Швеции, Японии (подробная информация на Веб-портале: [www.uast.kharkov.ua](http://www.uast.kharkov.ua)). Журнал признан ВАК Украины как специализированный по трем специальностям – медицинской науки, фармация, информатика и вычислительная техника.

В научном журнале «Социальная гигиена и организация здравоохранения» (Киев) в 2000 году создан постоянно действующий раздел: «Информационные технологии в управлении здравоохранением».

В научном журнале «Проблемы последиplomного образования» (Харьков) в 2000 году создан постоянно действующий раздел: «Клиническая информатика и информационные технологии в управлении здравоохранением».

Подписан Протокол о намерениях между УАКМ и Британским журналом «Компьютеризация здравоохранения и информационный менеджмент» об обмене материалами между редакциями.

## Изданы материалы:

- международной конференции «Информационные технологии в медицинской радиологии» (1994, Одесса-Измаил);
- международной конференции «Математическое моделирование и компьютерные технологии в исследованиях сердечно-сосудистой системы» (1996, 1997, Харьков);
- конференции «Математические и инженерные приспособления в медицинских науках» (1998, Харьков);
- ежегодной конференции «Медицинские разработки математических и инженерных наук» (1999, Харьков, J. of Fundamental Medicine, 1999. V2);

- міжнародної науково-практичної конференції «Современные информационные технологии в диагностических исследованиях» (2002, Днепропетровск).
- науково-практичної конференції з міжнародним участю «Комп'ютерна Медицина 2004» (Вестник Харьковского национального университета им. В.Н.Каразина. Серия «Медицина». Выпуск 8. № 617. с 59.)
- міжнародного симпозиума «Актуальные проблемы биомедицинской информатики, телемедицины и биомедицинской кибернетики» (Киев, 2005)
- науково-практичної Конференції з міжнародним участю «Комп'ютерна Медицина 2007» «Роль информационных технологий в реформировании здравоохранения»). («Ж. Клин. информ. и Телемед. 2008. Т4. В.5).

### Медицинское образование

УАКМ приймає участь в атестації спеціалістів вищої кваліфікації і присвоєнні учених ступенів в біологічних і медичних науках. Для Вищої атестаційної Комісії (ВАК) України був розроблений паспорт спеціальності «Біологічна і медична кібернетика і інформатика» (14.00.24 і 14.00.25), який використовувався до 1998 г. В 2006 г. відновлена ця наукова спеціальність (шифр:14.03.11).

По ініціативі Ради УАКМ в 1995 г. в Харківській медичній Академії післядипломного освіти була створена нова кафедра «Комп'ютерні технології в функціональній діагностиці і управлінні здоров'ям», яка в 1999 році була перейменована і нині має назву – кафедра «Клінічної інформатики і інформаційних технологій в управлінні здоров'ям».

Президіум Ученого Ради Міністерства здоров'ям України ще в 1999 г. підтримав пропозицію УАКМ про введення в номенклатуру медичних спеціальностей двох нових медичних спеціальностей: «Медицинська інформатика», однак до нинішнього часу це пропозиція не реалізована.

Результати діяльності УАКМ знаходять застосування в дослідницьких інститутах, обласних, районних і міських лікарнях, регіональних діагностичних центрах, приватних консультативних пунктах.

УАКМ надають підтримку Міністерства здоров'ям, освіти і науки України, Академії Медичних наук України, Національній Академії наук України.

*Професор О. Ю. Майоров*

*Перший віце-президент,*

*председатель Ученого Совета УАКМ*

*Copyright © УАКМ и Институт МИТ, 2008*



## Європейська Асоціація МЕНЕДЖЕРІВ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Європейська Асоціація менеджерів інформаційних технологій охорони здоров'я (НІТМ) – некомерційна організація, виділена як пан-європейська асоціація, що поєднує національні асоціації інформаційних технологій охорони здоров'я в Європі.

Вірячи у фундаментальну важливість об'єднання ІТ професіоналів на Європейському і глобальному рівні, НІТМ сприяє збільшенню професійного авторитету і відповідальності менеджерів інформаційних технологій охорони здоров'я і представляє їхні інтереси в міжнародних установах і асоціаціях.

Кількість учасників в НІТМ постійно зростає. Планується проведення першої щорічної Генеральної Асамблеї. НІТМ заснована в Брюсселі, це дає можливість для вільного доступу до європейських установ і асоціацій.

Українська Асоціація Комп'ютерна Медицина стала національним членом НІТМ у 2007 році. За статутом цієї організації, членом можуть бути і регіональні організації, що здійснюють корисну діяльність в області впровадження інформаційних технологій в охорону здоров'я.

Більш детальна інформація на сайті: <http://www.eahitm.org>

# Международная Ассоциация Медицинской Информатики (IMIA)



## Общая информация

Международная Ассоциация Медицинской Информатики (IMIA) — независимая организация, основанная согласно швейцарскому законодательству в 1989 г. Организация была основана (учреждена) в 1967 г. как Технический Комитет 4 Международной Федерации по обработке информации (IFIP). В 1979 году IMIA выросла из Специальной группы пользователей IFIP до ее сегодняшнего статуса как полностью независимая организация. IMIA продолжает поддерживать отношения с IFIP как присоединенная организация.

Организация также имеет тесные связи со Всемирной Организацией здравоохранения (ВОЗ) как неправительственная организация.

Рабочим языком IMIA является английский.

## Цели IMIA

IMIA играет главную глобальную роль в приложении информатики и технологий в таких областях как здравоохранение, исследования в информатике здравоохранения, медицинской и биоинформатике.

## Основные цели и задачи ассоциации

- внедрение информатики в здравоохранение, исследования здоровья, био- и медицинской информатики;
- развитие и поддержка международного сотрудничества;
- стимулирование исследований, развитие и создание стандартных приложений;
- превратить информатику из теории в практику в полном диапазоне потребностей здравоохранения, переместить от кабинета врача до urgentного и рутинного лечения;
- дальнейшее распространение и обмен знаниями, информацией и технологиями;
- способствовать образованию и этическому поведению специалистов;
- представление области медицинской информатики здравоохранения во Всемирной Организации здравоохранения и в других международных профессиональных и правительственных организациях.

## Функции IMIA как связующей организации

- продвижение теории в практику, связывая ученых и исследователей — информатиков с медиками, консультантами, производителями и исследователями, работающими на производителя;
- руководство международными сообществами медицинской информатики и информатики здравоохранения в 21-м столетии;
- способствовать перекрестному взаимному обмену информацией и знаниями через профессиональные и географические границы;

- служить катализатором для вездесущих всемирных инфраструктур, обеспечивающих информацию для здравоохранения и исследований здоровья.

Украинская Ассоциация «Компьютерная Медицина» была принята в качестве национального члена IMIA в 1993 г. на Генеральной Ассамблее IMIA в Токио-Киото, Япония.

## Членство в IMIA

IMIA состоит из национальных, юридических (институциональных), присоединенных (сотрудничающих) и почетных членов.

**Национальные члены** представляют индивидуальные страны. Национальный член — общество, группа обществ, или соответствующий орган, который является представительским для медицинской информатики и информатики здравоохранения в пределах соответствующей страны, где никакие другие представительские общества не существуют, IMIA вовлекает в свою деятельность развивающиеся страны через статус членов-корреспондентов.

Национальные члены IMIA могут организовывать региональные группы. В настоящее время, такие региональные группы существуют для Латинской Америки и Карибского моря (IMIA LAC), Европы (EFMI), азиатско-тихоокеанская (APAMI) и Африки (Helina). В 2001 году возникла инициатива структурировать Североамериканскую региональную группу.

**Юридические (институциональные) члены** состоят из корпоративных и академических членов. Корпоративные члены включают производителей, консультантов и технологические фирмы, так же как национальные профессиональные организации. Академические члены включают университеты, медицинские и исследовательские центры и другие подобные учреждения.

**Присоединенные (сотрудничающие) члены** состоят из международных организаций, деятельность которых связана с активностью в области медицинской информатики и информатики здравоохранения.

**Почетные члены** — личности, которые внесли исключительный вклад для реализации целей и интересов IMIA; звание присуждается пожизненно.

## Управление

IMIA управляется его Генеральной Ассамблеей, которая состоит из одного представителя от каждого IMIA члена, Почетных членов, председателей Рабочих Групп IMIA и представителя от международной федерации по обработке информации (IFIP), Всемирной Организации здравоохранения (ВОЗ), и каждой из Региональных групп IMIA. Только национальные

Члены имеют право голоса. Генеральная Ассамблея собирается ежегодно.

Правление IMIA, избранное Генеральной Ассамблеей, управляет делами ассоциации. Ежедневное управление осуществляет исполнительный директор ассоциации, который является также ответственным за электронный сервис IMIA.

Члены Правления и вице-президенты IMIA энергично осуществляют миссию IMIA в следующих направлениях:

- мониторируют области специальных интересов и осуществляют поддержку новых разработок;
- усиливают (капитализируют) совместные действия и коллективные ресурсы непосредственных участников IMIA;
- минимизируют разобщенность между учеными и специалистами — медицинскими информатиками.
- гарантируют успешную адаптацию к изменениям в медицинском рынке информатики и в предметной области;
- поднимают имидж и понимание IMIA в пределах и вне IMIA;
- поощряют сотрудничество между научными и коммерческими сообществами информатики здравоохранения;
- справедливо балансируют поддержку появляющимся новым и существующим членам IMIA;
- устанавливают и поддерживают сотрудничество и гармонию с организациями, которые появляются, чтобы заняться проблемами медицинской информатики;
- продолжают позиционировать IMIA как «хранителя ворот» для медицинских проблем информатики в международном сообществе.

## Деятельность

### Medinfo's

IMIA организует международно провозглашаемые «Всемирный Конгресс по Медицинской Информатике и Информатике здравоохранения, Medinfo».

Предыдущие Конгрессы МедИнфо были проведены: Стокгольм (1974), Торонто (1977), Токио (1980), Амстердам (1983), Вашингтон (1986), Пекинский/Сингапурский (1989), Женева (1992), Ванкувер (1995), Сеул (1998), Лондон (2001), Сан-Франциско (2004), Брисбен (2007).

### Рабочие группы и Группы специальных интересов

Семейство IMIA включает растущее число Рабочие группы и Группы специальных интересов, которые состоят из специалистов, которые имеют общие интересы в специфической узкой области медицинской информатики. Группы проводят Рабочие конференции по наиболее важным и актуальным проблемам медицинской и информатике здравоохранения.

### Другие инициативы

В следующие несколько лет IMIA сосредоточится на создании «моста знаний», сможет облегчить и обеспечить поддержку развивающимся странам. Специальные цели включают поддержку продолжающегося развития Африканского Региона, и, на более широкой основе, развитие «Виртуального Университета», как продолжение инициативы Рабочей группы 1 IMIA (WG1) «Здравоохранение и образование

в медицинской информатике».

IMIA достиг главной вехи в завершении главной перестройки его узла web: [www.imia.org](http://www.imia.org). В структуре сайта теперь содержится информация о ее членах, рабочих группах и деятельности. Сайт использует динамическую базу данных, чтобы облегчить дружественную связь для новостей, объявлений, и календаря событий для публики, и доступу к e-mail, повесткам дня, сообщениям и информации ассоциации для ее членов.

IMIA постоянно борется за улучшение своего серви-

са как для членов Ассоциации, так и для информатики в целом. Организация планирует расширение существующей базы данных в поддержку развития ссылок на профессиональные ресурсы. Создание базы данных, которая обеспечит доступ к обширным знаниям, навыкам и опыту специалистов, которые участвовали в деятельности IMIA.

На Конференции 2000, целевая группа создана Генеральной Ассамблеей Рабочая группа, чтобы разработать практическое руководство по Этике специалистов медицинской информатики для принятия IMIA. Завершенный проект был рассмотрен Генеральной Ассамблеей в 2001 г. Перевод на русский язык был осуществлен Украинской Ассоциацией «Компьютерная Медицина» (УАКМ). На ежегодной научно-практической конференции УАКМ в 2003 году Этика была принята для руководства. Эта работа проводится под эгидой Рабочей группы N4 IMIA (WG4) «Защита данных в информационных системах здравоохранения».

Цель этих инициатив состоит в том, чтобы обеспечить информацией профессионалов здравоохранения и пациентов, когда они нуждаются в этом, где они нуждаются в этом, и как они нуждаются в этом.

*Информация об IMIA подготовлена по материалам сайта IMIA ([www.imia.org](http://www.imia.org)).  
Copyright © Перевод,  
Институт Медицинской информатики и Телемедицины. 2008*

# Европейская Федерация Медицинской Информатики (EFMI)

EUROPEAN FEDERATION FOR MEDICAL INFORMATICS



Европейская Федерация Медицинской Информатики (EFMI) была задумана на встрече в Копенгагене в сентябре 1976, организованной Региональным офисом Всемирной Организации Здоровья (ВОЗ) в Европе. Представители национальных обществ здравоохранения и медицинской информатики десяти европейских стран подписали учредительную декларацию, в которой говорилось:

*«Федерация должна быть учреждена как некоммерческая организация, заинтересованная теоретическими и технологическими аспектами информационных технологий, связанными со здравоохранением и медицинской наукой в европейском контексте. Мы объявляем, что десять делегатов здесь сегодня от десяти национальных обществ должны составить предварительный Совет Федерации, которая таким образом существует».*

Копенгаген, 11 сентября 1976.

## Структура

Конституционные органы EFMI:

Совет EFMI, Генеральная Ассамблея всех членов EFMI, членов Правления и председателей Рабочих групп. Правление EFMI — члены Правления, казначей, вице-президенты и президент. Рабочие группы, организованные председателем (см. также EFMI-домашнюю-страницу: [www.efmi.org](http://www.efmi.org), адреса, общества — члены федерации).

## Цели

Цели Европейской Федерации Медицинской Информатики (EFMI), основанной в 1976:

- развивать международное сотрудничество и распространение информации по Медицинской информатике на европейском уровне;
- продвигать высокие стандарты в приложении к медицинской информатике;
- продвигать научные исследования в медицинской информатике;
- поощрять высокие стандарты в образовании по медицинской информатике;
- функционировать как автономный европейский Региональный совет Международной Ассоциации медицинской информатики (IMIA).

## Деятельность

Все европейские страны имеют право быть представленными в EFMI общенациональным Медицинским обществом информатики. Термин медицинская информатика используется, чтобы включить целый спектр информатики здравоохранения и всех дисциплин, связанных со здравоохранением и информатикой.

Организация работает с минимумом бюрократического управления, и каждое национальное общество поддерживает Федерацию, направляет и финансирует своего представителя для участия в решениях Совета Федерации. Также, для уменьшения бюрократии, в качестве официального принят английский язык, хотя часто обеспечивается и синхронный перевод для конгрессов в не англоговорящих странах.

## Страны

В настоящее время, 29 стран присоединились к Федерации, в том числе: Австрия, Бельгия, Босния и Герцеговина, Болгария,

Хорватия, Кипр, Чешская республика, Дания, Финляндия, Франция, Германия, Греция, Венгрия, Ирландия, Израиль, Италия, Молдова, Нидерланды, Норвегия, Польша, Португалия, Румыния, Словения, Испания, Швеция, Швейцария, Украина и Великобритания, Россия и Турция. Вступление в EFMI является открытым для представительских обществ стран в пределах европейского региона ВОЗ. Совет EFMI и Правление обычно встречаются два раза в год.

Кроме того, EFMI представлена Вице-президентом (Европа) на встречах Правления и Ежегодной Генеральной ассамблеи Международной Ассоциации медицинской информатики (IMIA).

## Конгрессы и публикации

До настоящего времени было проведено следующие Европейские конгрессы (Медицинская Информатика Европа – MIE), организованных EFMI. Они имели место в Кембридже (1978), Берлине (1979), Тулузе (1981), Дублине (1982), Брюсселе (1984), Хельсинки (1985), Риме (1987), Осло (1988), Глазго (1990), Вене (1991), Иерусалиме (1993), Лиссабоне (1994), Копенгагене (1996), Салониках (1997), Любляне (1999), Ганновере (2000), Будапеште (2002) и Сент-Мало (2003), Женеве (2005), Маастрихт (2006), Гётеборг (2008).

EFMI начал серию новых конференций: это, так называемые, Специальные тематические конференции (STC). Концепция таких конференций включает следующие компоненты.

- Организация обществом-членом EFMI, ежегодной конференции в сочетании с ежегодным заседанием Совета EFMI.
- Тематика STC определяется потребностями общества-члена EFMI, организующего конференцию.
- Связанные с тематикой STC Рабочие группы EFMI участвуют в формировании программы.
- Затраты, главным образом, на приглашения.
- Как правило, это небольшая 2-дневная конференция на 100 участников.

Первые конференции имели место в Бухаресте (Румыния, 2001), Никосия (Кипр, 2002) и Рим (Италия, 2003), Мюнхен (Германия, 2004), Афины (Греция, 2005). Конференция в Афинах была посвящена образованию по медицинской информатике. Материалы этих конгрессов обычно издавались Springer в серии «Lecture Notes in Medical Informatics», и IOS Press в серии «Studies in Health Technologies and Informatics».

Отобранные на MIE-конференциях лучшие работы были опубликованы в специальном выпуске международного журнала «Медицинская информатика».

В настоящее время пять официальных журналов, принятых Федерацией: Methods of Information in Medicine, Medical Informatics & The Internet in Medicine, Health Informatics Europe, International Journal of Medical Informatics, Informatics in Primary Care.

Информация подготовлена  
по материалам сайта  
([www.efmi.org](http://www.efmi.org))

Copyright © Перевод,  
Институт Медицинской информатики  
и Телемедицины. 2008

## *К юбилею Соколова Виктора Николаевича*

Доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины В. Н. Соколов родился 26 сентября 1937 года в г. Одессе. В 1954 году поступил в Одесский медицинский институт им. Н. И. Пирогова, который закончил с отличием и был направлен в Одесский институт туберкулеза. В связи с закрытием института был назначен в Жовтневую районную больницу районным фтизиатром, а после стажировки по рентгенологии в Одесской ОКБ стал по совместительству врачом-рентгенологом. В 1963 году поступил в аспирантуру на кафедру рентгенологии и радиологии, которой руководил известный радиолог Е. Д. Дубовой. В 1966 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвященную лучевой диагностике патологии наружных и внутренних структур глаза с использованием радионуклидов.

В 1966–1968 г.г. находился на работе в Афганистане. С 1969 года – ассистент, доцент кафедры рентгенологии и радиологии Одесского медицинского института им. Н. И. Пирогова. В эти годы на кафедре проводились клинические испытания новых радионуклидов и их применение в клинической практике. В. Н. Соколов продолжает научную тематику, посвященную проблемам патологии орбит и головного мозга с использованием стандартных методов исследования и применением новых радионуклидов. В 1973 году защищает докторскую диссертацию по данной проблеме и становится заведующим кафедрой рентгенологии и радиологии, а с 1974 года по совместительству назначается проректором по научной работе института. В эти годы продолжается работа по усовершенствованию методик лучевой диагностики мозга и орбит. В 1973 году выходит в свет первая отечественная монография, посвященная ангиографии и радиографии сосудов головного мозга в соавторстве с профессором Е. Д. Дубовым и В. В. Решетняком (зав. отделением нейротравмы Одесской ОКБ (ныне 11 городской больницы)).

В 1975 году профессор В. Н. Соколов проходит 5-и месячную специализацию по клинической радиологии на кафедре института усовершенствования врачей, под руководством академика А. С. Павлова.

В 1975 году профессор В. Н. Соколов был соисполнителем раздела «лучевая диагностика патологии глаза и орбит» и стал Лауреатом Государственной премии СССР в составе коллектива авторов монографии под редакцией академика Н. А. Пучковской, в которой были обобщены результаты этой работы.

В 1976 году назначен на должность зав. отделом рентгено-радиологии Кремлевской больницы и главным рентгено-радиологом 4-го Главного Управления МЗ СССР в Москве. В 1977 г. командирован в г. Сан-Франциско (США) для закупки первого в СССР компьютерного томографа и прохождения стажировки по компьютерной томографии под руководством известного профессора Маргулиса (США).

Профессор В. Н. Соколов – пионер компьютерной томографии, впервые в СССР внедрил методики компьютерной томографии в клиническую практику для диагностики ряда соматических и онкологических заболеваний. Пациентами

профессора В. Н. Соколова были члены Политбюро, ЦК и Правительства, выдающиеся ученые, народные художники и народные артисты Советского Союза. За годы работы в 4 Главном Управлении МЗ СССР награжден рядом правительственных наград. С 1981 года профессор В. Н. Соколов становится главным консультантом ЦНИИ гастроэнтерологии. Им, совместно с сотрудниками института, разрабатываются современные методы диагностики патологии желудка и толстой кишки с использованием компьютерной техники. Выходит в свет монография «Первичная и уточняющая диагностика ранних форм рака желудка и толстой кишки». В эти же годы профессор В. Н. Соколов приглашается в качестве консультанта в Медицинское Управление КГБ СССР. В 1984

г. возглавил диагностический отдел Московского института фтизиопульмонологии АМН СССР (совмещая с работой в 4-ом Главном управлении МЗ СССР). В эти годы совместно с академиком АМН СССР М. И. Перельманом, академиком АМН Украины Ю. И. Фещенко выходит в свет монография «Пульмонология (справочное пособие, издание второе)».

В 1987 году профессор Соколов вновь возвращается в г. Одессу и повторно возглавляет кафедру лучевой диагностики, лучевой терапии с курсом радиационной медицины. В эти годы на кафедре продолжается усовершенствование ряда диагностических компьютерных программ, разрабатываются новые технологии в диагностике заболеваний с использованием алгоритмов обработки изображений, вводятся новые диагностические программы многих соматических и ряда онкологических заболеваний.

Профессор В. Н. Соколов – автор ряда фундаментальных научных исследований в области радиоиммунной и радиоферментной диагностики, современной рентгено-радиологической диагностики патологии легких, средостения, печени, поджелудочной железы и патологии желудочно-кишечного тракта. По данным разделам написано 10 монографий и свыше 425 научных работ. Под руководством профессора В. Н. Соколова защищено 8 докторских и 18 кандидатских диссертаций.

Профессор В. Н. Соколов – действительный член АН технологической кибернетики Украины (1992), действительный член Международной АН технологий и инжиниринга (1993), Нью-Йоркской АН (1994), Почетный член Украинской Ассоциации «Компьютерная Медицина» (2005), председатель Одесской Ассоциации радиологов, член Ученого Совета Украинской Ассоциации «Компьютерная медицина» (с 1992). Входит в состав редколлегий медицинских журналов «Променева діагностика і променева терапія», «Клиническая информатика и Телемедицина».

В настоящее время профессор В. Н. Соколов по совместительству является Генеральным Директором научно-диагностического центра лучевой диагностики «Юж-Укрмедтех».

*Редколлегия журнала желает Юбиляру  
здоровья и дальнейших творческих успехов.*



## *К юбилею Анатолія Павловича Чуприкова*

Заслуженный деятель науки Украины, профессор, доктор медицинских наук, нейропсихиатр Чуприков Анатолий Павлович родился 17 февраля 1937 г. В 1960 г. он окончил Днепропетровский медицинский институт, пройдя на VI курсе у профессора В. В. Шостаковича годичную субординатуру по психиатрии. Уже тогда у него проявился интерес к научной деятельности, которую он в последующем успешно совмещал с практической. После работы заведующим отделением в районной больнице, он в Москве поступил в клиническую ординатуру к профессору С. Ф. Семенову, который руководил отделом в Центральном НИИ судебной психиатрии им. В. П. Сербского. С Сергеем Федоровичем он проработал более двух десятков лет и всегда тепло вспоминает своего учителя. Своим ученикам А. П. Чуприков всегда объясняет, что, с учетом ленинградских корней С. Ф. Семенова и научной преемственности, все они являются праправнуками великого В. М. Бехтерева.

В Московском НИИ психиатрии МЗ РСФСР А. П. Чуприков защитил вначале кандидатскую диссертацию, а затем в 1975 г. и докторскую. Оба труда включают в себя, кроме клинко-психопатологических, результаты нейроиммунологических и нейропсихиатрических исследований.

Именно в 70-е годы у А. П. Чуприкова окончательно сформировался интерес к исследованию функциональной асимметрии головного мозга (ФАМ) при психических заболеваниях. Он организовал в Москве первую Всесоюзную конференцию «Асимметрия и адаптация человека», которая привлекла внимание многих советских исследователей к перспективному научному направлению в области нейронаук и нейропсихики.

С 1981 г. Анатолий Павлович работает в Украине. Вначале заведующим кафедрой психиатрии и медпсихологии Луганского медицинского института, затем с 1992 г. в Киеве — директором Украинского НИИ социальной и судебной психиатрии. В настоящее время он заведует кафедрой детской психиатрии Национальной медицинской академии постдипломного образования им. П. Л. Шупика и кафедрой медицинской психологии и психокоррекции МАУП.

Профессор А. П. Чуприков автор более 400 публикаций, среди которых 15 монографий и целый ряд научно-популярных книг. Он подготовил 30 кандидатов и докторов наук. Профессор А. П. Чуприков — признанный создатель научной школы латеральной нейропсихиатрии. К достижениям школы могут быть отнесены изобретения, патенты, публикации и моно-

графии по латеральной физиотерапии как вспомогательному методу лечения психических расстройств.

К достижениям Анатолия Павловича, безусловно, следует отнести организацию многолетней (с 1980 г.) научно-общественной кампании в защиту леворуких детей от насильственного переучивания. Эта кампания привела к тому, что союзные министерства здравоохранения и просвещения издали официальные документы по этому поводу. Сегодня на просторах СНГ это коснулось судебных нескольких миллионов леворуких граждан.

В своих исследованиях профессор А. П. Чуприков широко применяет новейшие информационные технологии в клинической нейрофизиологии, в частности для углубленного анализа ЭЭГ при психических заболеваниях.

Профессор А. П. Чуприков — член Редакционной коллегии научно-методического журнала «Клиническая информатика и Телемедицина».

Свой Юбилей А. П. Чуприков встречает в расцвете творческих сил, с новыми научными интересами. Его внимание привлекла проблема детского аутизма и возможностей использования в его комплексном лечении анималотерапии, в частности, дельфинотерапии. Внедрение этого метода он осуществляет для маленьких пациентов в Одесском дельфинарии.

Редакционная коллегия научно-методического журнала «Клиническая информатика и Телемедицина», Ученый Совет Украинской Ассоциации «Компьютерная Медицина», Правление Украинской Ассоциации клинической нейрофизиологии (УАКН) желают Юбилею крепкого здоровья и новых творческих успехов.



*Первый вице-президент УАКМ  
вице-президент УАКН  
профессор О. Ю. Майоров*

## До ювілею Валентина Порфирівича Яценка

Валентин Порфирівич Яценко народився 21 травня 1937 року на Далекому сході в с. Іванівка Хабаровського краю в сім'ї військовослужбовця. В 1960 році, після закінчення Київського медичного Інституту, він стає лікарем-хірургом.

Захопленість пластичною хірургією привела його до Київського науково-дослідного Інституту гематології та переливання крові. Тут він почав займатися проблемами де- та регенерації, консервування та трансплантації периферійних нервів.

В. П. Яценко у 1966 році був обраний на посаду асистента кафедри гістології та ембріології Київського медичного Інституту, а у 1968 році захистив кандидатську дисертацію, присвячену питанням консервації та трансплантації периферійних нервів. У 1980 році Валентин Порфирівич став доцентом цієї ж кафедри. В цей час почав розроблятися такий напрямок експериментальної хірургії як медичні полімери. На протязі декількох років Валентин Порфирівич проводив складні операції по алотрансплантації аорти, вивчав складні процеси реагування організму тварин та людини на різноманітні полімерні матеріали. Але вчений відчував, що сучасний розвиток морфологічної науки не може плідно розвиватися без знання точних наук і Валентин Порфирівич заочно навчався на фізико-математичному факультеті Київського педагогічного Інституту зі спеціальності «Математика» та з успіхом його закінчив (1979).

За вивчення математичних закономірностей біодеструкції полімерів медичного призначення Валентин Порфирівич разом з групою вчених одержав свою першу Державну премію України в галузі науки та техніки за участь у розробці проблеми «Полімери в медицині» (1987 (2)?).

У 1987 році вчений захищає докторську дисертацію, присвячену проблемам математичного аналізу морфологічних змін в аферентних нервових клітинах при пошкодженні периферійних нервів на різних етапах онтогенезу. Вперше у світі зроблені унікальні операції на 14-ти та 18-ти добових зародках курчат, ретельно виконані морфологічні та морфометричні дослідження дозволили встановити раніше невідомі закономірності формування реактивних, адаптивних та компенсаторних змін периферійної нервової системи в онтогенезі.

Професор В. П. Яценко вперше встановив явище ампліфікації рДНК в ядерець аферентного нейрона як можливого механізму фізіологічної та репаративної регенерації в периферійній нервовій системі. За значний внесок в розробку фундаментальних проблем де- та регенерації, консервації та трансплантації периферійних нервів йому разом з видатними нейрохірургами України в 1996 році була вдруге присуджена Державна премія України в галузі науки та техніки.

Валентин Порфирівич ефективний організатор науки. В очолюваному ним (1987–2003 рр.) Науково-дослідному лабораторному центрі НМУ більше ніж 50 кандидатів та 25 докторів наук виконали фрагменти своїх наукових досліджень. Його особистий вклад в підготовку наукових кадрів вищої кваліфікації визначився в підготовці 1 доктора та 7 кандидатів наук. В теперішній час він є науковим консультантом та керівником 2 докторських та 5 кандидатських дисертацій.

Валентин Порфирівич є автором понад 300 наукових праць, серед яких 2 монографії, 12 винаходів, 192 періодичні та методичні видання. Є заслуженим винахідником СРСР. Наукові напрямки, представлені в

опублікованих працях проф. В. П. Яценка: нейроморфологія та морфометричний аналіз; полімери в медицині; космічна біомедицина та телемедицина; медична інформатика та математичні методи в теоретичній та прикладній медицині; експериментальна медицина (лазерні технології, кріоконсервація, кардіологія, пульмонологія, радіологія); клінічна медицина та клінічна морфологія.

Далеко за межами України відома міжнародна науково-громадська діяльність професора В. П. Яценка. В 1992 році на запрошення Чепел Хілл Університету (Північна Кароліна, США) він читав лекції з питань використання математичних методів в медико-біологічному експерименті і методики викладання морфометричного аналізу. В 1992–1994 роках він як проректор з міжнародного співробітництва Національного медичного Університету був координатором програми партнерства США–Україна, що завершилася створенням першого в Україні Центру охорони матері та дитини (Лівобережжя, Київ). В 1994 році вчений очолював делегацію морфологів України на XIX конгресі Міжнародної Академії патологів (Мадрид, Іспанія).

В 1994 році в складі делегації України як координатор напрямку «Телемедицина» приймав участь в переговорах в США між NASA та Національним космічним Агентством України. В 1996 році наказом Міністра Охорони Здоров'я України та Президента Академії Медичних Наук України він призначений куратором нового наукового напрямку «Аерокосмічна медицина». На протязі багатьох років він очолював комісію з фундаментальних досліджень Вченої Ради МОЗ України, автор виконаного проєкту з методики планування та експертизи наукових проєктів з фундаментальних досліджень.

У 2001 році Валентин Порфирівич запрошується на роботу до Національного технічного університету України «КПІ», де очолює кафедру медичної кібернетики та телемедицини та призначається деканом щойно створеного Міжуніверситетського медико-інженерного факультету.

Професор В. П. Яценко втілює свої знання в навчальних дисциплінах, які викладаються для бакалаврів, спеціалістів та магістрів з напрямку підготовки «Комп'ютерні науки», спеціальності «Управління інформаційні системи та технології» та зі спеціалізації «Медична кібернетика та інформаційні технології в телемедицині».

Професор В. П. Яценко обраний дійсним членом Міжнародної Академії Інтегративної Антропології, Міжнародної Академії Патологів, академіком-радником Міжнародної Академії Наук Вищої Школи, чл.-кор. Академії Технологічної Кібернетики України та чл.-кор. Міжнародної Академії Астронавтики (Париж).

Професор В. П. Яценко плідно працює в Українській Асоціації «Комп'ютерна Медицина», де виконує обов'язки заступника голови Вченої Ради та заступника головного редактора наукового журналу «Клінічна інформатика і Телемедицина».

*Голова Вченої Ради Української асоціації  
«Комп'ютерна Медицина»  
Головний редактор журналу  
«Клінічна інформатика і Телемедицина»  
Професор О. Ю. Майоров*





**Добро пожаловать**  
**на 21-й Международный Конгресс**  
**Европейской Федерации Медицинской**  
**Информатики**

**MIE 2008**

Гетеборг, Швеция 25–28 мая, 2008

Тематика конференции:  
**eHealth beyond the horizon — get IT there**  
(eHealth за горизонтом — получи ИТ там)

MIE 2008 — международный форум, на котором будут представлены новые теоретические и эмпирические идеи в области медицинской информатики. Большая возможность работы с сетями в рамках eHealth научного сообщества.

MIE2008 <<http://www.MIE2008.org/>>

## Календарь событий

**2007**

**август**

**12-й международный конгресс по медицинской информатике «Medinfo 2007».**

Время и место проведения: 20–24 августа 2007, Брисбен, Австралия.  
www.medinfo2007.org

**сентябрь**

**Международная научно-практическая конференция «Компьютерная Медицина'2007».**

Время и место проведения: 14–15 сентября 2007, Харьков, Украина.  
www.uasm.kharkov.ua

**IEEE Конгресс по Развитию программного обеспечения. (IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)).**

Время и место проведения: 25–28 сентября 2007, Стамфорд, Сингапур.  
www.cec2007.org

**октябрь**

**4-й Европейский конгресс «Медицина в космосе и экстремальных условиях для здравоохранения на Земле».**

Время и место проведения: 24–26 октября 2007, Берлин, ФРГ.  
Официальный язык Конгресса – английский.  
www.gala-con.de

**Ежегодная конференция смарт-карт Альянса. (2007 Smart Card Alliance Annual Conference).**

Время и место проведения: 8–11 октября 2007, Бостон, США.  
www.smartcardalliance.org

**ноябрь**

**Международная Конференция «Роль Телемедицины в борьбе с болезнями и в профилактике здоровья» (The International Conference «The role of Telemedicine against Diseases and in Health Promotion»).**  
В рамках международного года «Наука и технологии для Африки».

Время и место проведения: 30 ноября 2007, Рим, Италия  
www.aitim.it

**2008**

**апрель**

**ESGCO 2008 5-я Конференция Европейской исследовательской группы по кардио-васкулярным осцилляциям.**

**ESGCO 5th Conference of the European Study Group on Cardiovascular Oscillations**

Время и место проведения: апреля 2007, Парма, Италия  
www.dongnocchi.it polotecnologico esgco2008

**май**

**9-й Европейский Конгресс по Телепатологии и 3-й Международный Конгресс по виртуальной микроскопии.**

**(The 9th European Congress on Telepathology and 3rd International Congress on Virtual Microscopy)**

Время и место проведения: 15–17 мая 2008, Толедо, Испания.  
www.searcongresos.com telepathology2008 default.htm

**24-я Ежегодная конференция TEPR 2008 (К электронным записям пациентов). (The 24th annual conference TEPR 2008)**

Время и место проведения: 17–21 мая 2008, Форт Лаудердейл, США.  
www.medrecinst.com tepr index2.html

**MIE 2008**

**21-й Международный Конгресс Европейской Федерации медицинской информатики (21st International Congress of the European Federation for Medical Informatics)**

Время и место проведения: 25–28 мая 2008, Гётеборг, Швеция.  
www.mie2008.org

**июнь**

**CBMS2008**

**21-й IEEE Международный Симпозиум «Компьютерные медицинские системы» (The 21st IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems)**

Время и место проведения: 17–1 июня 2008, Университет Юваскила (Jyvaskyla), Финляндия.  
www.cbms2008.it.jyu.fi

**сентябрь**

**35-я Ежегодная международная Конференция «Компьютеры в кардиологии 2008» (35th Annual International Conference of Computers in Cardiology)**

Время и место проведения: 14–17 сентября 2008, Болонья, Италия.  
www.cinc.org

**TELEDERM 2008.**

**2-й Всемирный Конгресс по теледерматологии и 1-ая Национальная Конференция Индийского Общества дерматологии (2nd World Congress of TeleDermatology & 1st National Conference of the Indian Society of TeleDermatology (INSTED))**

Время и место проведения: 16–18 октября 2008, Ченнай (Chennai), Индия.  
www.wctd2008.com

**2009**

**сентябрь**

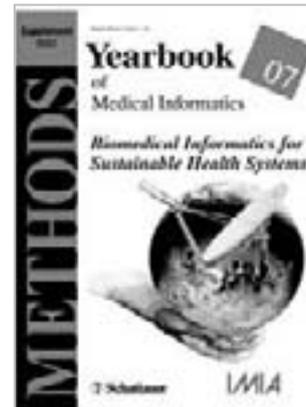
**Всемирный Конгресс по медицинской физике и биомедицинской инженерии (World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering)**

Время и место проведения: 7–12 сентября 2008, Мюнхен, Германия.  
www.wc200.org Conferences\_en /orld -Congress-200

**Yearbook of Medical Informatics '07. Schattauer. 2007.  
Biomedical Informatics for Sustainable Health Systems.**

[www.imia.org](http://www.imia.org)

Ежегодник медицинской информатики 2007.  
Биомедицинская информатика для устойчивой  
системы здравоохранения.



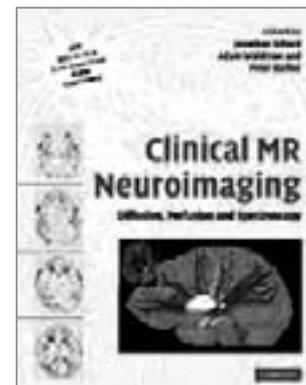
**Назаренко Г. И., Гулиев Я. И., Ермаков Д. Е.  
Медицинские информационные системы:  
теория и практика.  
Под редакцией Г. И. Назаренко, Г. С. Осипова.  
М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 320 с.**

**Clinical MR Neuroimaging.  
Diffusion, Perfusion and Spectroscopy.  
Edited by Jonathan H. Gillard, Adam D. Waldman,  
Peter B. Barker.  
Cambridge University Press. 2004.**

£215.00

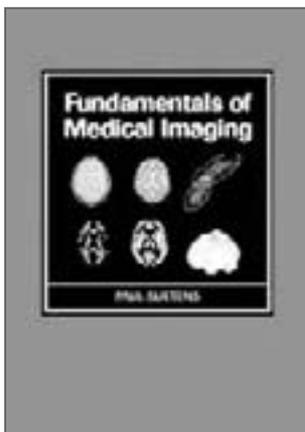
[www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521824576](http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521824576)

Углубленный обзор усовершенствованной МРИ техники  
и приложений. Объяснение клинических приложений.



**Антомонов М. Ю.  
Математическая обработка и анализ  
медико-биологических данных. К, 2006. – 558 с.**

Книга предназначена для специалистов медицинского или  
биологического профиля. В ней на доступном уровне изложены  
основные математические методы анализа результатов исследований  
Приводятся примеры обработки экспериментальных, клинических  
и эпидемиологических данных.



**P. Suetens.**  
**Fundamentals of Medical Imaging.**  
 Cambridge University Press, 2002, 1 CD-ROM  
 £85.00

**(Основы работы с медицинскими изображениями)**

[www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521803625](http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521803625)

Книга объясняет математические и физические принципы создания и обработки медицинских изображений (радиография, КТ, МРИ, УЗИ и др.).



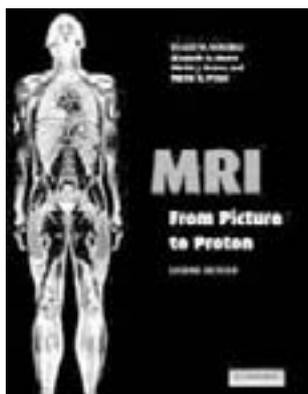
**Гельман В. Я. Медицинская информатика: практикум**  
 (2-е изд.). С.-Пб.: Питер, 2002. 480 с.



**Герасевич В. Самоучитель. Компьютер для врача.**  
 – С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.



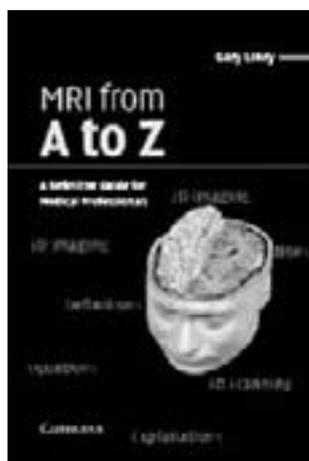
**Brian Everitt**  
**Medical Statistics from A to Z/**  
**A guide for Clinicians and Medical Students/**  
**Second Edition. Cambridge University Press. 2007.**



**Donald W. McRobbie, Elizabeth A. Moore,  
Martin J. Graves, Martin R. Prince.**  
**MRI from Picture to Proton.**  
**2nd Edition. Cambridge University Press. 2007.**  
£40.00

[www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521683845](http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521683845)

Представлена базовая МР практика и теория для начинающих.

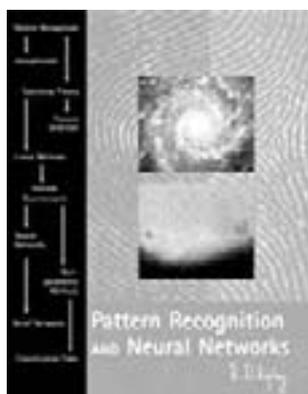


**Gary Liney.**  
**MRI from A to Z.**  
**A Definitive Guide for Medical Professionals.**  
**Cambridge University Press. 2005.**  
£24.99

**(МРИ от А до Я. Четкое руководство  
для медицинских профессионалов).**

[www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521606387](http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521606387)

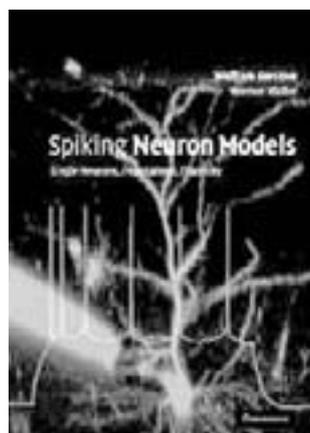
Рассматривается более 800 терминов для МРИ и спектроскопии.



**Brian D. Ripley.**  
**Pattern Recognition and Neural Networks.**  
**Cambridge University Press. 2008.**  
£23.99

[www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521717700](http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521717700)

Распознавание паттернов и нейронные сети.



**Wulfram Gerstner, Werner M. Kistler.**  
**Spiking Neuron Models, Single Neurons, Populations,  
Plasticity. 2002. 14 April 2008**  
£34.00

[www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521890793](http://www.cambridge.org/uk/catalogue/catalogue.asp?isbn=9780521890793)

Для студентов, изучающих физику, математику, компьютерные науки и биологию, интересующихся моделированием.



**КОМП'ЮТЕРНА МЕДИЦИНА'2007  
МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**Роль інформаційних технологій  
в реформуванні охорони здоров'я**

14–15 вересня 2007, Харків, Україна

УАКМ заснована в 1992 році

**COMPUTER MEDICINE'2007  
SCIENTIFIC CONFERENCE**

**IT in Reforming Healthcare**

September 14–15, 2007, Kharkiv, Ukraine

UACM founded in 1992

**ТЕЗИСИ ДОКЛАДОВ**

**Извлечение данных для кодирования из текстовых  
медицинских записей**

**А. П. Алпатов, В. В. Костра**

*Институт технической механики НАН Украины,  
Днепропетровск*

Компьютерный учет и обработка информации становится обязательным требованием для учреждений, претендующих на высокий уровень аккредитации. Госпитальные информационные системы проектируются для сбора и управления большим числом клинических данных, которые могут быть представлены разнообразными формами хранения медицинских записей. Во многих современных системах наиболее часто применяются две формы представления: текстовое и/или кодированное. Текстовое представление удобно для печати и привычно воспринимается врачами-пользователями. Кодированное представление удобно для задач автоматизированной обработки (статистика, автоматизированная диагностика, прогнозирование), и требует использования определенной формализованной (структурированной) модели представления медицинской записи.

Для анализа текстовых записей применялись методы естественно-языковой (ЕЯ) обработки. На наш взгляд отсутствие отечественных формализованных классификаторов медицинской лексики (как некий аналог UMLS) сдерживает развитие таких возможностей в существующих программных системах. Вопросы же формализации медицинских первичных данных поднимались разными разработчиками программных систем [Алпатов А. П., Прокопчук Ю. А., Костра В. В., 2005]. По мнению авторов использование ЕЯ обработки может предложить компромиссный вариант для представления и хранения первичных клинических данных.

Разработанная методология организации ЕЯ обработки текстовых диагностических записей была адаптирована для использования в госпитальной системе Областного клинико-диагностического центра (ОКДЦ) г. Днепропетровска. При апробации методологии были сформированы ключевые выражения для диагностического исследования эхокардиография. Была сформирована тестовая выборка из 3852 записей с результатами исследований по эхокардиографии (сделанных разными врачами) и закодированных для них

9620 заключений. Характеристики алгоритма извлечения данных на тестовой выборке: полнота — 1.1; точность — 0.86.

Результаты показывают, что алгоритм ЕЯ обработки на основе ключевых выражений может достаточно точно определять их в текстовых заключениях диагностических исследований. С помощью такой обработки представляется возможным автоматически генерировать формализованные (по справочнику кодов исследований или диагнозов) кодированные записи. Разработанная методология ориентирована на уменьшение времени обработки информации и повышение точности кодирования данных медицинским персоналом, и может быть обобщена для предметной области госпитальных систем.

**Информационные технологии анализа данных  
в медико-экологических исследованиях**

**М. Ю. Антомонов**

*ГУ «Институт гигиены и медицинской экологии  
АМН Украины», Киев*

Качество и надежность медико-экологических исследований в значительной мере зависит от уровня математической обработки и анализа получаемой информации. Методика математической обработки однозначно определяется: 1) направлением медико-экологических исследований, 2) типом получаемых данных, 3) наличием динамической составляющей, 4) количеством переменных и 5) размерностью массивов информации. При формализации этих характеристик появляется возможность выбора наиболее адекватной математической методики и алгоритмизации математической обработки любого медико-экологического исследования.

Нами проведен анализ медико-экологических исследований, в результате которого предложена классификация на следующие основные направления: — расчет характеристик окружающей среды (X) для исследуемых объектов (территориальных единиц), их гигиеническая оценка и сопоставление; — расчет характеристик показателей (Y) состояния биосистем (индивидуумов, групп, популяций), локальных (региональных, половых, возрастных) «норм» регистрируемых показателей; — формирование интегральных характеристик совокупности воздействующих факторов (качества окружающей среды) и совокупности характеристик состояния биосистем (здоровья); — анализ информативности (индикаторных) показателей состояния биосистем (здоровья, заболеваемости) и значимости воздействующих (здоровье формирующих) факторов; оценка взаимосвязи между всеми X и Y порознь; — установление зависимостей Y(X) в предположении раздельного и совместного действия факторов; — расчет прогноза изменения Y при изменении выраженности и времени действия внешних факторов; — расчет индивидуальных и популяционных рисков; — выявление достоверно действующих факторов, их сопоставление и ранжирование; — расчет минимально действующих и максимально недействующих уровней при приоритетном действии факторов, предложение гигиенических и экологических регламентов; — построение «пороговых функций» при учете совместного действия факторов или учете динамических изменений; — разработка поливариантных предложений для лиц, принимающих решения, по оптимизации качества окружающей среды или улучшению здоровья и др.

Для последующего выбора методик математической обработки оказалось достаточным разграничение данных на четыре типа: номинальные, бинарные, ранговые и количественные. При совместном рассмотрении данных, измеренных в разных шкалах, с ними можно выполнять различные преобразования, переводящие все данные в одну шкалу. Переход от более грубой, «качественной» шкалы к шкале более высокого — «количественного» характера («оцифровка») не всегда корректен и достаточно сложен. Обратный переход можно выполнять всегда, но часто это приводит к значительной потере информации.

Часто для описания объекта (субъекта) медико-экологического исследования появляется необходимость конструирования

комплексных (интегральных) характеристик. Разработанная нами технология предполагает выполнение следующих этапов ее формирования: выбор нормы (стандарта, базиса) для всех исследуемых параметров, перевод исходных данных в безразмерные эквиваленты, перемасштабирование эквивалентов в заранее обусловленный интервал (например, между 0 и 1), компоновка собственно интегральной характеристики, ее критериальная оценка в соответствии с определенными заранее критериями.

Число различных вариантов медико-экологических исследований с учетом типа получаемых данных, размерности массивов, количества переменных и наличия/отсутствия динамической составляющей и возможностью формирования интегральных оценок составляло несколько сотен. И для каждого такого варианта нами был выбран и предложен один (наиболее адекватный) метод математической обработки.

Для облегчения работы с алгоритмом был разработан программный продукт «Маршрутизатор», в котором пользователю в диалоговом режиме предлагалось выбрать вид исследования, тип получаемых данных и прочие характеристики. После чего определялась адекватная методика математической обработки и давалась ее краткое описание.

Кроме того, Маршрутизатор предлагает использовать один из стандартных статистических пакетов (STATISTICA, SPSS, Statgraphics и др.), в котором эта методика реализована наилучшим образом, и приводится инструкция (подсказка) по ее использованию с помощью выбранного пакета. Для более детального ознакомления с методикой пользователю Маршрутизатора также предоставляется возможность выхода в авторскую разработку HTML методического руководства по использованию выбранного математического метода.

Таким образом, предложенная технология дает возможность исследователю с любым уровнем математической подготовки выбрать и реализовать наилучший вариант математического анализа своих данных.

### Контроль качества лекарственных средств в виде суспензий и эмульсий методом определения диэлектрической проницаемости

**А. В. Арсеньев, М. Н. Нессонова, Ю. М. Пенкин**  
Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина

Значительная часть лекарственных средств представлена в виде суспензий и эмульсий, то есть дисперсных систем с редкой дисперсионной средой и твердой дисперсной фазой, частички которой достаточно велики, и поэтому не способны диффундировать. В зависимости от дисперсности твердой фазы эти частички достаточно быстро могут выпадать в осадок (процесс седиментации) или всплывать, слипаясь в агрегатные формы (процесс флокуляции). Вследствие этого актуальной является задача контроля состояния лекарственных средств в этих формах на всех стадиях производства и хранения. В настоящем сообщении показано, что такой оперативный контроль может быть реализован методом определения диэлектрической проницаемости лекарственных средств.

О. Винер эмпирическим путем установил, что относительная диэлектрическая проницаемость смеси двух диэлектриков определяется достаточно простым соотношением между диэлектрическими проницаемостями компонент смеси, а также некоторым коэффициентом  $\mu \in [0; +\infty)$ , характеризующим форму частиц и их ориентацию по отношению к электрическому полю, в котором производятся измерения. Поэтому для практического применения метода контроля качества лекарственных средств с помощью определения диэлектрической проницаемости необходимо предварительно выяснить значение параметра  $\mu$ , которое будет различным для каждого конкретного лекарственного средства. В работе представлен алгоритм определения  $\mu$  на основе статистического

анализа экспериментальных данных. Этот алгоритм проверен на известных экспериментальных данных, приведенных в работе [Р. Кинг, Г. Смит, 1984], для сухого снега (смеси льда и воздуха).

Для случая жидкостно-воздушных эмульсий при  $\epsilon_{\text{воздуха}} = 1 + 0 \cdot i$  формула Винера преобразуется к более простому виду:

$$\frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s + \mu} = 1,09D \left( \frac{\epsilon_s - 1}{\epsilon_s + \mu} \right)$$

Из приведенной формулы видно, что зависимость диэлектрической проницаемости смеси от плотности микрочастиц ( $D$ ) представляет собой гиперболическую функцию. В пакете MathCAD 13 были построены различные модели аппроксимации экспериментальных зависимостей для разных значений параметра  $\mu$ . Методом наименьших квадратов выбиралось значение параметра, дающее наименьшее отклонение от экспериментальных данных ( $\mu = 23$ ).

Таким образом, предложенная методика позволяет производить расчет параметра  $\mu$  для твердых составляющих суспензий, что в дальнейшем может быть использовано для прогнозирования диэлектрической проницаемости лекарственных средств с целью контроля их качества.

### Суточные ритмы вегетативной активности у пожилых людей: влияние триметазидин пропионата

**Э. О. Асанов**

Институт геронтологии АМН Украины, Киев, Украина

Известно, что при старении происходит нарушение суточных ритмов вегетативной активности. При этом у пожилых людей в ночное время суток снижается амплитуда парасимпатического тонуса, повышается амплитуда симпатического тонуса и циркадный индекс приближается к единице. Это приводит к сдвигу вегетативного баланса в сторону доминирования симпатического отдела ВНС;

Одним из механизмов нарушения суточных ритмов вегетативной активности при старении может быть гипоксия центров вегетативной регуляции в головном мозге вследствие возрастного снижения мозгового кровотока.

В этой связи для коррекции суточных ритмов вегетативной активности перспективным является применение препарата антигипоксического действия триметазидин пропионата — регулятора карнитинзависимого метаболизма жирных кислот.

Цель: изучить влияние триметазидин пропионата на суточные ритмы вегетативной активности у пожилых людей.

Объект: обследовано 20 практически здоровых людей в возрасте 60–74 лет.

Методы: до и после курса триметазидин пропионата определяли суточные ритмы вегетативной регуляции. Для оценки суточных изменений активности вегетативной нервной системы (ВНС) использовали спектральный анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) с помощью монитора «PP-101/24» фирмы «Сольвейг» (Украина). Анализ ВРС выполнен в соответствии с международными стандартами. Рассчитывалась мощность компонент сердечного ритма в трех диапазонах частот: 0,15–0,4 Гц (высокочастотные колебания, HF), 0,04–0,15 Гц (низкочастотные колебания, LF) и 0,003–0,04 Гц (очень низкочастотные колебания, VLF). Амплитуду циркадианных ритмов изученных показателей оценивали, рассчитывая циркадный индекс — отношение средних значений показателя днем и ночью. Для каждого обследованного рассчитывали средние значения показателей ВРС за сутки.

Триметазидин пропионат («милдронат» фирмы «Grindex», Латвия) вводили 5 мл 10% раствора внутривенно струйно 1 раз в день ежедневно в течении 10 дней.

Результаты: исследования показали, что при применении триметазидин пропионата у пожилых людей происходило увеличение суточной амплитуды высокочастотных колебаний HF вследствие

повышения HF в ночное время суток ( $374 \pm 13$  мс<sup>2</sup> и  $426 \pm 12$  мс<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ). При этом у них происходило увеличение циркадианного индекса симпатовагального баланса LF/HF ( $1,08 \pm 0,05$  и  $1,56 \pm 0,08$  до и после курса соответственно,  $p < 0,05$ ), что отражает повышение у них активности симпатического отдела ВНС в дневное время. Учитывая возрастные изменения суточных ритмов вегетативной активности, полученные изменения можно расценивать как благоприятные. Действие триметазидиния пропионата на суточные ритмы вегетативной активности обусловлено его кардиопротекторными свойствами, улучшением метаболизма миокарда и повышением чувствительности синусового узла к вегетативным влияниям, а также улучшением кровоснабжения и повышением устойчивости к гипоксии головного мозга.

Выводы: таким образом, полученные данные свидетельствуют о нормализующем влиянии триметазидиния пропионата на суточные ритмы вегетативной регуляции у здоровых пожилых людей.

### Повышение качества радиологических изображений методом поблочной эквализации гистограмм с ограничением контраста

**А. М. Ахметшин, Д. В. Подгорный**

*Днепропетровский национальный университет, Украина*

Сложность визуального анализа радиологических изображений обуславливает необходимость использования различных вариантов цифровых методов обработки и анализа, поскольку (очень часто) неизвестно где и что искать. Как правило, глобальное увеличение контраста анализируемого изображения не дает удовлетворительных результатов, так как точки с экстремальной разницей в уровнях яркости стремятся распределиться неравномерно по изображению, а точки с подобными уровнями — скапливаются. Однако локальное увеличение контраста имеет значительно больший динамический диапазон корректировки повышения контраста, являясь при этом более эффективным методом.

В докладе представлены теоретические основы и практические аспекты метода локальной (адаптивной) эквализации гистограмм основанного на использовании «оконой обработки» в сочетании с использованием сглаживающего Гауссовского фильтра в целях нейтрализации влияния шумов и краевых эффектов, связанных с влиянием движения «окна» вдоль плоскости анализируемого изображения. Под ограничением контраста понимается не игнорирование вклада точек с малой плотностью распределения вероятности, а стремление привести синтезированную гистограмму к «идеальной». Под «идеальной» понимается такая гистограмма, для которой общее количество точек, имеющих, например, яркость «к», не превышает их идеального количества. К примеру, имея изображение состоящее из  $32 \times 32$  точек, представленных в диапазоне яркостей от 0 до 255, идеальным для каждого значения яркости будет считаться распределение состоящее из  $\frac{32 \times 32}{256} = 4$  точки, поэтому в рассматриваемый метод введена возможность искусственного ограничения количества точек данного уровня яркости, что повышает качество визуального восприятия анализируемого изображения (рис. 1).

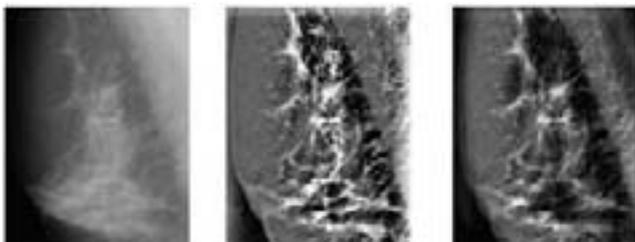


Рис. 1. Маммографическое изображение: а — оригинал; б — результат метода поблочной эквализации; в — модификация метода.

### Принципы построения медицинской экспертной системы для оценки донозологических состояний в длительных космических полетах

**Р. М. Баевский, А. Г. Черникова, И. И. Фунтова**

*Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, РФ*

Донозологические состояния, которые являются пограничными между нормой и патологией, отличаются от состояний физиологической нормы тем, что для поддержания гомеостаза основных жизненно важных систем организма, требуется более значительное напряжение регуляторных систем, т.е. «цена адаптации» к условиям окружающей среды выше, чем в норме [Баевский Р. М., Казначеев В. П., 1978; Баевский Р. М., 1979]. Именно степень напряжения (СН) регуляторных систем, необходимая для сохранения гомеостаза, определяет текущее функциональное состояние человека. СН тем выше, чем ниже функциональные резервы (ФР) организма.

Донозологические состояния, возникающие во время космического полета, могут быть результатом: длительного напряжения регуляторных систем организма, которое обусловлено в основном необходимостью постоянного поиска оптимумов в условиях непрерывного действия необычного для организма фактора невесомости [Баевский Р. М., Черникова А. Г., Фунтова И. И., 2005]. К этому добавляются повышенный уровень различных нагрузок в ходе полета. Определенную роль может играть и наличие скрытых нарушений в работе отдельных органов и систем, которые не были выявлены перед полетом. Именно подобные донозологические состояния представляют реальную опасность развития патологических отклонений и заболеваний в полете. Риск развития таких отклонений тем выше, чем более выраженным и длительным является донозологическое состояние. Таким образом, распознавание и оценка донозологических состояний имеют непосредственное отношение к определению риска развития заболеваний в космическом полете. В работе представлены принципы построения медицинской экспертной системы для оценки донозологических состояний в длительных космических полетах на основе анализа variability сердечного ритма.

Для оценки функционального состояния организма по данным анализа variability сердечного ритма (ВСР) была разработана математическая модель [Баевский Р. М., Черникова А. Г., 2002]. Она была создана на основе обобщения многочисленных данных о ВСР, полученных в пилотируемых полетах на орбитальной станции «Мир», в модельных экспериментах и при обследовании различных групп лиц с разными функциональными состояниями [Chernikova A., 1965]. Модель позволяет по таким показателям ВСР как частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс напряжения (SI), относительная мощность высокочастотной составляющей спектра (HF%) и показатель активности парасимпатического звена регуляции (pNN50), определить степень напряжения (СН) и функциональные резервы (ФР) организма и построить в координатах этих двух переменных пространство функциональных состояний. В этом пространстве выделяются четыре зоны функциональных состояний, характерных, соответственно, для физиологической нормы, донозологических, преморбидных и патологических состояний.

При анализе материалов научных исследований, проведенных на орбитальной станции «Мир» и на Международной космической станции (МКС) было показано, что состояние почти всех космонавтов в ходе полета не выходило за пределы физиологической нормы [Chernikova A., 1965]. Обращает на себя внимание тот факт, что функциональное состояние отдельных космонавтов, совершавших повторные полеты с интервалом в несколько лет, находится в одной и той же зоне. Это дает основание говорить не только о выраженности индивидуальных особенностей вегетативной регуляции в полете, но и об их устойчивости. Были выделены четыре типа (класса) вегетативной регуляции во время космического полета.

Показано, что присущий каждому космонавту тип регуляции в условиях невесомости сохраняется и в последующих полетах [Chernikova A., 1965].

Донозологические состояния как переходные между нормой и патологией несут в себе информацию о риске развития патологических отклонений и заболеваний. В предложенной нами математической модели переход от одного состояния к другому может быть описан вектором, соединяющим две точки в пространстве состояний. Направление и величина вектора в определенной степени позволяют прогнозировать возможность развития патологии или нормализации состояния. Однако такой прогноз является лишь качественным. В этом плане важным шагом вперед можно считать разработку вероятностного подхода к оценке функциональных состояний.

Предсказание принадлежности к определенному классу состояний целесообразно проводить не по жесткой шкале критериев, а при помощи вычисления апостериорных вероятностей. При этом исследуемый объект будет приписан к тому классу, принадлежность к которому имеет наибольшую вероятность. Введение вероятностных характеристик функционального состояния с учетом типа вегетативной регуляции является новым важным шагом в системе оценки и прогнозирования состояния здоровья космонавтов. В условиях длительного действия стрессорных факторов космического полета идет постоянная активная работа регуляторных механизмов по сохранению гомеостаза основных жизненно важных систем организма. При этом наблюдается периодическое, волнообразное усиление процессов мобилизации функциональных резервов. Поэтому рост вероятности донозологического состояния является прогностически неблагоприятным фактором, который следует учитывать при медицинском контроле за здоровьем космонавтов.

Наличие большой базы данных полетных материалов позволяет провести расчет апостериорных вероятностей отнесения каждого конкретного случая к одному из четырех функциональных состояний. При этом имеются и оценки вероятности других функциональных состояний. Таким образом, значения апостериорных вероятностей могут использоваться в качестве оценочных критериев. Следовательно, при вероятностном подходе количественной мерой наличия определенного функционального состояния можно считать его вероятность. Чем выше вероятность того или иного функционального состояния, тем больше его выраженность.

Рассмотренные принципы оценки функционального состояния организма по данным анализа вариабельности сердечного ритма положены в основу построения медицинской экспертной системы, которая испытывается в космической медицине. Такая система имеет важное преимущество в связи с тем, что для оценки функциональных состояний используется фактически один интегративный параметр — вариабельность сердечного ритма, позволяющий характеризовать уровень активности различных звеньев нейрогуморальной регуляции. Для практики наиболее существенно то, что расстройства нейрогуморального оптимума, проявляющиеся прежде в изменении показателей вариабельности сердечного ритма, значительно опережают по времени метаболические и структурные нарушения в исполнительных органах [Баевский Р. М., 1979]. Вероятность возникновения срыва адаптации и соответственно риск развития патологических отклонений можно рассчитать, используя описанный вероятностный подход. Высокий риск означает высокую вероятность появления определенного события. В нашем случае речь идет о развитии последовательно донозологических, премоурбидных и патологических состояний. Уже при появлении донозологического состояния риск развития патологии возрастает по сравнению с состоянием физиологической нормы. При высокой вероятности премоурбидного состояния риск развития патологии еще более возрастает.

Предлагаемая схема оценки риска развития патологических отклонений в условиях космического полета может быть полезной и при разработке экспертных систем для массовой донозологической

диагностики при профилактических осмотрах населения и для оценки риска развития заболеваний у лиц длительно работающих в стрессорных условиях.

### Показатели кардиоинтервалографии в пожилом и старческом возрасте у больных с цереброваскулярной патологией

*Е. М. Бебинов, С. Г. Шлейфер, В. П. Ильичев, М. В. Яковлев, А. А. Огинский, Т. А. Лантух, Е. Л. Ряполов*  
КРСУ, Бишкек, Кыргызстан

Цель исследования: изучить показатели КИГ у больных дисциркуляторной энцефалопатией пожилого и старческого возраста.

Объект: 30 больных с дисциркуляторной энцефалопатией.

Методы: обследованы больные дисциркуляторной энцефалопатией в возрасте от 60 до 87 лет. Всем больным была проведена вариабельность сердечного ритма по общепринятой методике. Мы провели сравнение 2 основных показателей: 1) Амо — амплитуда моды, 2) Индекс Напряжения (ИН).

Результаты: сопоставление ИН в группах больных пожилого (до 75 лет) и старческого возраста (свыше 75 лет) показало, что в старческом возрасте ИН заметно выше, чем в пожилом ( $p < 0,001$ ). Отличия нашей группы пациентов от группы молодых здоровых людей показывают возрастную динамику изменения вегетативной регуляции, у молодых людей показатели Амо и ИН существенно ниже — в 1,9 и 9,45 раз. Это свидетельствует о высокой напряженности адаптивных механизмов (на грани срыва) в случаях выраженной сосудисто-мозговой недостаточности. Сравнение показателей Амо и ИН у больных во II и III стадии заболевания выявило на фоне значительного превышения верхней границы нормы в обеих группах заметную разницу между больными в разных стадиях дисциркуляторной энцефалопатии. ИН и Амо во II стадии дисциркуляторной энцефалопатии были выше, чем у больных III стадии заболевания (в 1,85 и 1,29 раз).

Выводы: высокие показатели в обеих группах свидетельствуют о резком превалировании симпатической нервной системы. В то же время разница между показателями наводит на мысль о мобилизации адаптивных возможностей во второй стадии и снижении способности к мобилизации в третьей стадии дисциркуляторной энцефалопатии. Не исключается, что этим можно объяснить более выраженный результат терапии во второй стадии и низкую эффективность лечения в третьей стадии. Таким образом, анализ показателей КИГ может играть прогностическую роль в оценке состояния больных и способствовать более рациональному выбору лечебных мероприятий.

### Представление двумерных областей с фрактальными границами с помощью функций Вейерштрасса

*Л. Ю. Белогорцева, Д. Ю. Пенкин, Ю. М. Пенкин*  
Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина

В случае двумерного математического моделирования биологических объектов, зачастую, возникает необходимость фрактального представления их естественной формы. Для этого обычно используются традиционные рекурсивные или итерационные методы фрактальной геометрии. Однако, как показано в данном сообщении, для моделирования двумерных областей с фрактальными границами в некоторых случаях успешно могут быть использованы обобщенные функции Вейерштрасса.

На рис. 1 показаны фрактальные окружности, которые будем называть окружностями Вейерштрасса, поскольку они определяются следующей угловой зависимостью радиус-вектора:

$$r(\theta) = 1 - \frac{1}{C} \sum_{n=1}^m \eta^{(D-2)n} \cos(\eta^n \theta) = 1 - V(\eta; D; h; \theta)$$

где:  $\theta$  — угловая координата;  $\eta > 1$  и  $\eta = 2, 3, \dots, m$  — параметр масштабирования;  $D$  — фрактальная размерность;  $C$  — нормирующий коэффициент;  $h$  — амплитуда фрактальной модуляции;  $V(\eta, D, h, \theta)$  — обобщенные функции Вейерштрасса. Здесь и далее кривые на рисунках представлены в полярной системе координат с масштабом прорисовки изображения  $1^\circ$ . Параметр  $\eta$  выбран равным целым значением для обеспечения периодичности функции  $r(\theta)$  с периодом  $2\pi$ , что позволяет с помощью периодической функции получить изображение одиночного объекта.

Варианты представления окружностей с «односторонней» фрактальной модуляцией, которая определяется модулем функции Вейерштрасса, показаны на рис.2а и рис.2б. На рис.2в показана возможность представления области между двумя фрактальными

границами с помощью комбинации двух фрактальных окружностей. Введение в формулу для  $r(\theta)$  дополнительного слагаемого  $a \sin(\theta)$ , где  $0 \leq a \leq 1$ , позволяет представить области с эллиптическими фрактальными границами, варианты которых показаны на рис.3. Отметим, что существующая возможность секториального совмещения кривых различных типов значительно расширяет границы моделирования форм двумерных областей. Так в качестве примера, на рис.4 приведены некоторые модели форм биологических объектов: на рис.4а:  $r_1(\theta) = 1 - \sin(\theta) - |V(2; 1,5; 0,5; \theta)|$  при  $\theta \in [0; \pi]$  и  $r_2(\theta) = 1 - |V(2; 1,5; 0,5; \theta)|$  при  $\theta \in [\pi; 2\pi]$ ; на рис.4б  $r(\theta) = 1 - |V(2; 1,5; 0,5; \theta)|$ ; на рис.4в совмещены  $r_1(\theta) = 1 - |V(6; 1,4; 0,25; \theta)|$ ;  $r_2(\theta) = 0,7 - |V(6; 1,4; 0,35; \theta)|$  и  $r_3(\theta) = 0,4 - |V(6; 1,4; 0,4; \theta)|$ .

Таким образом, в работе на конкретных примерах представлены широкие возможности моделирования двумерных областей с фрактальными границами с помощью обобщенных функций Вейерштрасса.

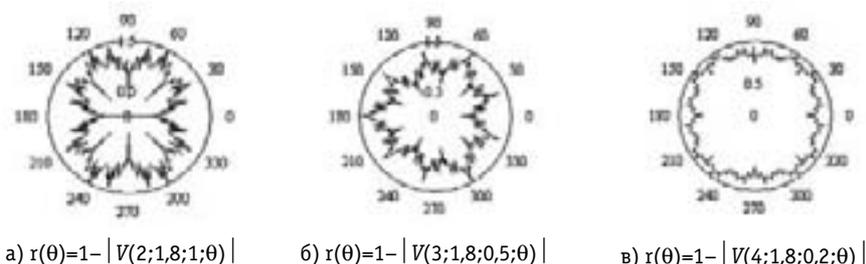


Рис. 1. Фрактальные окружности Вейерштрасса.

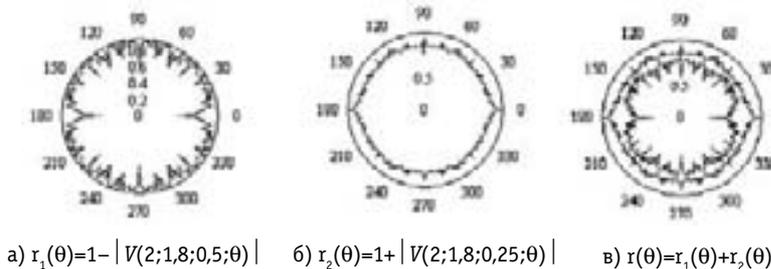


Рис. 2. Варианты представление двумерных областей.

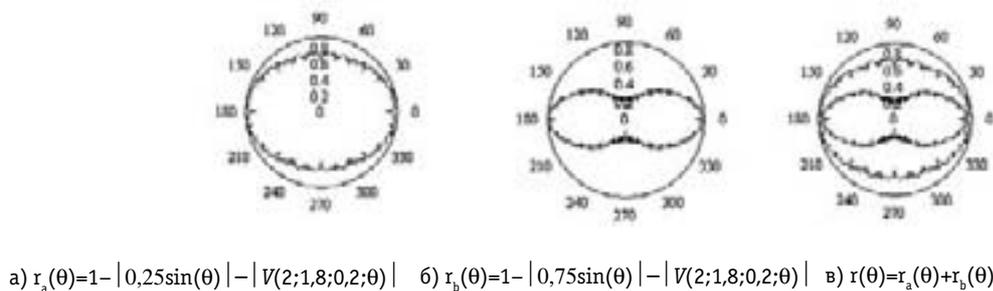


Рис. 3. Варианты представление двумерных областей.

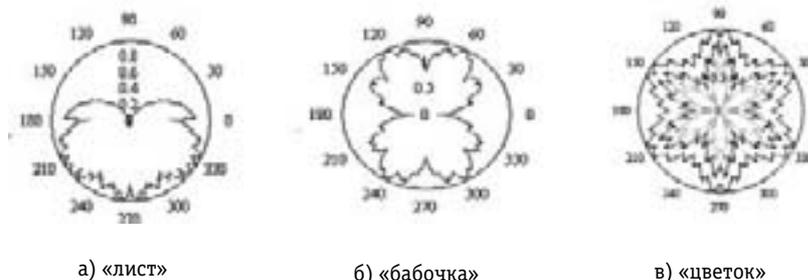


Рис. 4. Модели форм биологических объектов.

### Свойство секториального скейлинга для фрактальных окружностей Вейерштрасса

Л. Ю. Белогорцева, Д. Ю. Пенкин, Ю. М. Пенкин  
Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина

Известно, что физическое определение фракталов должно включать свойство их самоподобия (определение Мандельброта). Самоподобные фракталы обладают свойством масштабной инвариантности, или скейлингом, и инвариантностью относительно параллельного переноса. Однако, как отмечается в работах по фрактальной геометрии, есть ряд других множеств точек, не обладающих такими симметриями. Например [Федер Е., 1991], окружность не инвариантна ни относительно скейлинга, ни относительно параллельного переноса, а инвариантна относительно поворота вокруг собственного центра. В отличие от установившегося мнения, авторы данного сообщения показывают, что фрактальные окружности Вейерштрасса обладают свойством секториального скейлинга, не исследовавшегося ранее в известной литературе.

Фрактальной окружностью Вейерштрасса будем называть непрерывную ломанную линию, которая определяется изменением длины радиус-вектора по следующей формуле:

$$r(\theta) = r \cdot \left[ 1 - \frac{h}{C} \sum_{n=1}^m \eta^{(D-2)n} \cos(\eta^n \theta) \right] = r \cdot [1 - V(\eta; D; h; \theta)]$$

где:  $r$  — радиус гладкой окружности;  $\theta$  — угловая координата;  $h$  — амплитуда фрактальной модуляции;  $C$  — нормирующий коэффициент;  $1 < D < 2$  — фрактальная размерность;  $\eta = 2, 3 \dots m$  — параметр масштабирования, который определяется целым числом, поскольку

$r(\theta)$  должна быть периодической функцией с периодом  $2\pi$ . Отметим, что бесконечный ряд в этой формуле представляет собой обобщенную функцию Вейерштрасса, которая является непрерывной функцией, но нигде не дифференцируемой и фрактальной на всех масштабах  $\eta > 1$ . Для удобства анализа введем обозначение  $V(\eta, D, h)$ . Нетрудно убедиться, что при целых  $\eta$  выполняется равенство  $V(\eta, D, h, \theta/\eta) = \eta^{(2-D)} \cdot V(\eta, D, h, \theta)$ , что и определяет её свойство секториального скейлинга,

Проанализируем два примера, приняв радиус  $r=1$ . На рис. 1а в полярных координатах представлена функция  $r(\theta) = 1 - V(2; 1,8; 1; \theta)$ , где  $\theta \in [0; 2\pi]$ , а масштаб «прорисовки» выбран  $1^\circ$ . Если выбрать сектор  $[0; \pi]$  и «развернуть» его до полной окружности, то мы получим функцию, представленную на рис. 1б:  $r(\theta) = 1 - V(2; 1,8; 1; \theta/2)$ . Если выбрать сектор  $[0; 2\pi]$  и развернуть его также до полной окружности, то мы получим функцию, представленную на рис. 1в:  $r(\theta) = 1 - V(2; 1,8; 1; \theta/4)$  видно, что при выборе сектора  $[2\pi/2^m; ]$ , где  $m$  — целое число; и его развертывании до полной окружности получаются подобные кривые, хотя из-за усечения  $\theta$  теряются некоторые тонкие детали при их представлении.

Аналогичный анализ можно провести задав параметр масштабирования  $\eta=3$ . На рис. 2а представлена функция  $r(\theta) = 1 - V(3; 1,8; 0,5; \theta)$ , где  $\theta \in [0; 2\pi]$ . Выбрав сектор  $[0; 2\pi/3]$  и развернув его до полной окружности, получим функцию, представленную на рис. 2б:  $r(\theta) = 1 - V(3; 1,8; 0,5; \theta/3)$ , а выбрав сектор  $[0; 2\pi/9]$ , получим результат, показанный на рис. 2в:  $r(\theta) = 1 - V(3; 1,8; 0,5; \theta/9)$ . Здесь также кривые получаются подобными при выборе сектора  $[2\pi/3^m; ]$ .

Таким образом, в сообщении показано, что фрактальные окружности Вейерштрасса обладают свойством секториального скейлинга при определенном выборе углового размера сектора, а именно  $\Delta\theta = 2\pi/(\eta)^m$ , где  $m$  — целое число. Отметим, что при этом в качестве направления для границ сектора может быть выбрано произвольное значение ( $0 \leq \theta \leq 2\pi$ ) угловой координаты.

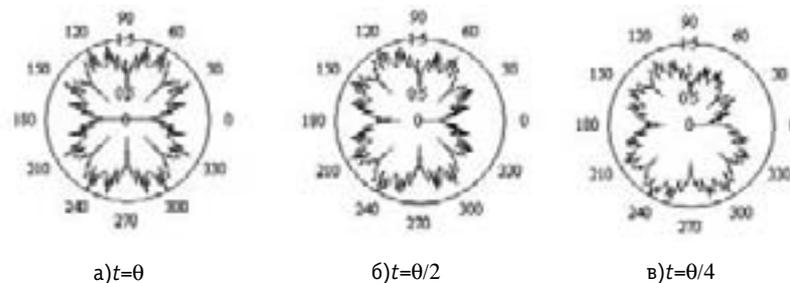


Рис. 1. Скейлинговые свойства функции  $r(\theta) = 1 - V(2; 1,8; 1; \theta)$ .

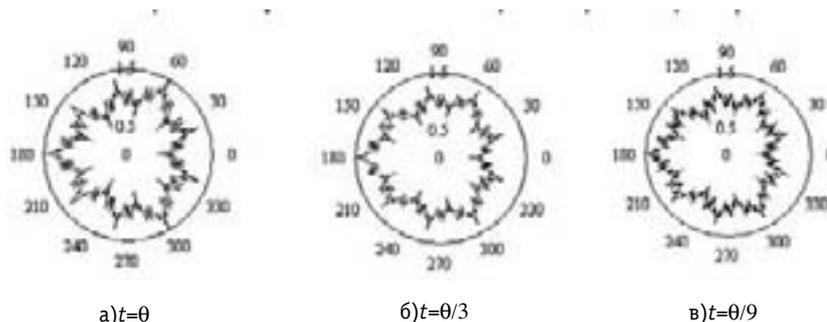


Рис. 2. Скейлинговые свойства функции  $r(\theta) = 1 - V(3; 1,8; 0,5; \theta)$ .

## Стратифікація пацієнтів з стрес-індукованою ішемією міокарда та порушеннями ритму серця

**В. О. Бобров<sup>1</sup>, О. В. Авдоніна<sup>2</sup>, А. П. Степаненко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Національна медична академія післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика, Київ, Україна

<sup>2</sup>Дніпропетровська державна медична академія, Україна

З'являються все нові докази того, що психоемоційний стрес впливає на розвиток ішемічної хвороби серця. Надлишкова стресова реакція серцево-судинної системи є фактором ризику розвитку фатальних кардіальних подій. Значну увагу приділяють вивченню розповсюдженості стрес-індукованої ішемії, механізмів її розвитку і клінічним особливостям перебігу. Стрес-індукована ішемія міокарда пов'язана з індивідуальною емоційною реактивністю пацієнтів. У зв'язку з цим увага приділяється діагностичному значенню функціональних тестів з психоемоційним навантаженням у виявленні ішемічних реакцій міокарда. У практично здорових осіб при моделюванні психоемоційної напруги стрес-індукована ішемія відзначається у 16–20,6%, у хворих на ішемічну хворобу серця — до 55% спостережень. Одним з важливих напрямків профілактики серцево-судинних подій є своєчасне виявлення їх провісників і розробка підходів до підвищення толерантності серцево-судинної системи до стресових навантажень. Визначення об'єктивних прогностичних критеріїв та індивідуального комплексу профілактичних заходів щодо порушення серцевої діяльності в умовах стресу залишаються відкритими як в Україні, так і за кордоном.

Мета: розробити диференційований індивідуальний підхід до стратифікації пацієнтів з стрес-індукованою ішемією міокарда та порушеннями ритму серця, що обумовлені гострою психоемоційною напругою, на підставі параметрів варіабельності серцевого ритму.

Нами проаналізовано результати комплексного клініко-функціонального обстеження 151 пацієнта в стані психоемоційної напруги, спричиненої гострим одонтогенним болем, серед яких чоловіків — 72 (47,7%), жінок — 79 (52,3%) віком 40,4±6,8. Пацієнтів обстежували також через 2–3 дні в стані спокою (порівняльне дослідження). Контрольну групу склали 90 практично здорових осіб, що співвідносились за віком, статтю та антропометричними даними з пацієнтами групи спостереження.

Критеріями виключення із дослідження були: органічні зміни міокарда за даними ЕКГ, загальносоматичні захворювання за даними анамнезу й амбулаторної карти.

Комплексне обстеження включало збір скарг, анамнезу, огляд, короткочасне холтеровське моніторування приладом «Кардіотехніка 4000 АД» протягом 90 хвилин з аналізом електрокардіограм та визначенням спектральних та статистичних показників варіабельності серцевого ритму, рівня систолічного і діастолічного артеріального тиску, частоти серцевих скорочень, порушень ритму серця, ознак ішемічних змін міокарда; концентрації катехоламінів плазми крові; гематологічних індексів, індексу «Подвійного добутку» (Robinson Hart Rate), який посередньо визначає потребу міокарда у кисню. Із показників варіабельності серцевого ритму також оцінювали значення запропонованого індексу адаптації (IA), який виділяє перехідні процеси серцевого ритму, що визначають рівень гострої психоемоційної напруги в режимі реального часу. Рівень психоемоційної напруги визначали за допомогою опитувальної методики J. Teulor «Особистісна шкала прояву тривоги», виразність больових відчуттів — за шкалою інтенсивності болю (Г. О. Адашинська).

За даними варіабельності серцевого ритму 77% пацієнтів з гострим одонтогенним болем зазнають вираженої психоемоційної напруги або перенапруги, 35,2% з них мають стрес-індуковану ішемію міокарда, 10,9% — порушення ритму серця. В 20% спостережень аритмогенна реакція у відповідь на психоемоційну напругу супроводжується появою ознак ішемії міокарда, у 75% пацієнтів одночасно спостерігаються порушення ритму серця й ознаки ішемії міокарду.

Визначення рівня психоемоційної напруги, на тлі якого виникають неадекватні реакції серцево-судинної системи, було проведено різними способами.

Анкетування пацієнтів при застосуванні опитувальної методики J. Teulor «Особистісна шкала прояву тривоги» свідчило про те, що тільки 3% пацієнтів мають високий рівень тривожності як властивість особистості, а переважна більшість — 97% пацієнтів відносилась до групи із середнім рівнем тривожності. Однак об'єктивні дані комплексного клініко-функціонального обстеження дають можливість зробити висновок про суб'єктивність даної методики. Інтенсивність гострого одонтогенного болю визначена за 6-бальною шкалою болю: 82 (90%) пацієнтів оцінили інтенсивність болю як нестерпну (6 балів); 9 (10%) — як дуже сильну (5 балів).

Індекс адаптації визначає відсоткову частку потужності повільної і неперіодичної складових у загальному спектрі серцевого ритму, що і дозволяє використовувати його для об'єктивної оцінки гострої психоемоційної напруги в умовах адаптації організму до стресорних впливів. Значення індексу адаптації вірогідно відрізняються з великою чутливістю при різних психоемоційних станах. Так, у стані психоемоційної напруги значення індексу збільшується в середньому на 62%. На основі кластерного аналізу з використанням шкалування були виділені три характерні варіаційні інтервали: до 25%, від 25% до 45%, понад 45%, яким відповідають достовірні розходження рівнів психоемоційної напруги. Аналіз отриманих змін показника варіабельності серцевого ритму — індекса адаптації — показав, що в 23% пацієнтів (група 1, IA — до 25%) реакції серцево-судинної системи укладаються в межі фізіологічної норми. У 77% пацієнтів з гострим одонтогенним болем, серед яких у стані вираженої психоемоційної напруги перебували 62% (група 2, IA — 25–45%), перенапруги — 15% (група 3, IA — понад 45%). Виявлена сильна кореляційна залежність між варіацією адреналіну і індексом адаптації ( $r = 0,9$ ,  $p < 0,001$ ), які вірогідно відрізнялися в стані гострої психоемоційної напруги від стану спокою.

Виявлено, що пацієнти зі стрес-індукованою ішемією міокарда та порушеннями ритму серця було сконцентровано саме у групах ризику — з вираженою психоемоційною напругою та перенапругою.

Розроблена оригінальна методика визначення пацієнтів груп ризику за даними варіабельності серцевого ритму (Патент України №u200605512) дозволяє оцінювати стан серцево-судинної системи не тільки в спокої, а й при психоемоційній напрузі, що розвивається при проведенні функціональних навантажувальних проб в практиці кардіологічних досліджень.

Таким чином, проведені порівняльні дослідження підтвердили прогностичну роль розробленого варіаційного індексу адаптації як найбільш інформативного індикатора психоемоційної напруги в режимі реального часу, що сприяло своєчасній стратифікації груп ризику — пацієнтів з надлишковою незбалансованою реакцією серцево-судинної системи на гострий одонтогенний біль.

## Возможности использования способа оценки биологических состояний в медицинской диагностике

**Е. В. Бодянский, А. И. Божков, Е. М. Климова, В. М. Кушнарёв, Ф. С. Леонтьева, С. В. Попов**

Харьковский Национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

Оценка функциональных состояний представляет собой достаточно сложную задачу при этом, как правило, оценивают функции тех или иных систем организма. Оценка же интегральных показателей функционального состояния организма сопряжена с целым рядом трудностей. В связи с этим разработка способа оценки биологических состояний, основанного на интеллектуальном анализе данных (Data mining), является весьма актуальной в медицинской диагностике.

Разработанный нами способ [Кушнарьов В. М. и др.], предназначен для автоматизации диагностики и анализа состояний при условии кластеров произвольного размера, которые могут перекрываться, и, тем самым, позволяет диагностировать также полисиндромные состояния.

Оценка состояния включает стадии:

- формирования нормализованного массива измеренных данных, описывающих параметры организма;
- обучения, состоящей из обработки нормализованного массива данных и формирования множества перекрывающихся диагностических кластеров произвольного размера с вычислением их векторов-прототипов (центроидов), и вычисления матрицы нечеткого (фаззи) разбиения, задающей уровни принадлежности начальной выборки к сформированным диагностическим кластерам;
- диагностики, состоящей в классификации неизвестных (предъявленных, описывающих состояние диагностируемого организма) векторов-образов данных, путем вычисления уровней принадлежности неизвестного вектора-образа к каждому из сформированных кластеров, при этом конкретный диагноз определяется по максимальному значению уровня принадлежности, используемому в качестве метрики.

Способ [Кушнарьов В. М. и др.] базируется на процедурах нечеткой кластеризации (fuzzy clustering) [Bodyanskiy Ye., 2005], предназначенных для решения задач автоматической классификации (без учителя) путем оптимизации заданного критерия качества.

Результатом применения данного способа при решении задач диагностики является автоматическое установление диагноза без участия эксперта, при условии корректности заданного перечня параметров и атрибутов классов (различных диагнозов) в обучающей выборке, и, полноты параметров диагностируемого объекта.

На практике при установлении диагноза часто возникают ситуации недостаточности значимых параметров, описывающих состояние объекта. Использование способа оценки биологических состояний позволяет принять обоснованные решения, как о полноте перечня параметров, так и о степени соответствия приписываемых атрибутов (диагнозов) биологическим состояниям.

Приведены результаты работы способа, в том числе на данных из [Ryan B. F., Joiner B. L., Ryan T. A., 1985; Affi A. A., Azen S. P., 1979].

Способ [Кушнарьов В. М. и др.] разработан в рамках проекта создания АСОКЖ (автоматизированной системы обеспечения качества жизни).

Целью доклада является расширение использования способа оценки биологических состояний в интересах проекта и для решения прикладных задач диагностики на реальных данных.

### **Вариабельность сердечного ритма у больных хронической сердечной недостаточностью, страдающих сахарным диабетом 2-го типа, осложненного кардиоваскулярной автономной нейропатией**

**С. Н. Ботова, Л. Г. Стронгин, И. Г. Починка**  
НижГМА; ГКБ № 5, Нижний Новгород, РФ

Цель: Выявить влияние тяжести хронической сердечной недостаточности (ХСН) на вариабельность сердечного ритма (ВСР) у больных сахарным диабетом 2-го типа.

Объект: 107 больных ХСН, страдающих СД2 от 41 до 70 лет. 78 пациентов имели кардиоваскулярную автономную нейропатию (КАН), 29 были без КАН.

Методы: проводился тест 6 минутной ходьбы, расчет шкалы оценки клинического состояния (ШОКС). Исследовалась ВСР методом временного, спектрального анализ, методом корреляционной ритмографии (скаттерографии) на аппарате «Полиспектр-Ритм» фирмы Нейрософт, Иваново.

Результаты: обнаружена достоверная корреляция между показателями теста 6 минутной ходьбы и площадью облака скаттерограммы ( $r=0,32$  при  $p=0,008$ ), длиной продольной оси облака скаттерограммы ( $r=0,33$  при  $p=0,006$ ). Аналогичная корреляция обнаружена между показателями теста 6 минутной ходьбы и данным и временного (SDNN, CV) и спектрального (VLF) анализ.

У больных ХСН, страдающих СД2 прогрессирование ХСН приводит к снижению ВСР как среди больных с КАН, так и без КАН. Так у больных с КАН при ШОКС до 3,5 баллов медиана общей мощности спектра (TP) составила 619  $ms^2/Hz$  (интерквартильный интервал 390–1261), при ШОКС 3,5–5,5 баллов медиана TP составила 469  $ms^2/Hz$  (272–762), у больных с ШОКС 5,5–8,5 балла медиана TP составила 374  $ms^2/Hz$  (168–659). У больных без КАН медиана TP составила 2103  $ms^2/Hz$  (1170–3140) при ШОКС до 3,5 баллов, 1784 (1292–2030) при ШОКС 3,5–5,5 балла, 1627 (1274–1847) при ШОКС 5,5–8,5 балла,  $p=0,0009$ . Аналогичные изменения касались показателей спектрального, временного анализ, скаттерографии.

Выводы: прогрессирование сердечной недостаточности у больных с сахарным диабетом 2-го типа сопровождается снижением показателей вариабельности сердечного ритма. Эта тенденция прослеживается у больных независимо от наличия кардиоваскулярной автономной нейропатии.

### **Влияние показателей углеводного обмена на вариабельность сердечного ритма у больных сахарным диабетом 2-го типа, страдающих ХСН**

**С. Н. Ботова, Л. Г. Стронгин, И. Г. Починка**  
НижГМА; ГКБ № 5, Нижний Новгород, РФ

Цель работы: оценить влияние компенсации углеводного обмена на степень вегетативной дисфункции у больных сахарным диабетом 2-го типа (СД2), страдающих хронической сердечной недостаточностью (ХСН).

Объект: 78 больных СД2, страдающих ХСН, возраст от 41 до 70 лет.

Методы: изучен гликемический профиль, гликозилированный гемоглобин (HbA1c), проведено исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР) методом временного, спектрального анализ, скаттерографии, анализа купола гистограммы на аппарате «Полиспектр-Ритм» (фирмы Нейрософт, Иваново). Оценка тяжести ХСН проводилась на основании шкалы оценки клинического состояния (ШОКС) и с помощью теста 6-ти минутной ходьбы.

Результаты: обнаружена достоверная корреляция между уровнем HbA1c и показателем площади облака скаттерограммы (S) ( $r=-0,35$  при  $p=0,002$ ), триангулярным индексом (HRVt.i.) ( $r=-0,34$  при  $p=0,003$ ). Аналогичная корреляция отмечена между HbA1c и средней длительностью «нормальных» интервалов R-R (RRNN), долей соседних «нормальных» интервалов R-R, которые различаются более чем на 50 мс (pNN50), стандартным отклонением «нормальных» интервалов R-R (SDNN).

У больных с декомпенсацией углеводного обмена отмечались более выраженные нарушения вегетативной регуляции. В частности, при уровне HbA1c более 7,5% медиана SDNN составила 20 мс (интерквартильный интервал 13–27). При HbA1c менее 7,5% медиана SDNN составила 26  $ms^2/Hz$  (интерквартильный интервал 19–36),  $p=0,027$ . У больных с одинаковой тяжестью ХСН выраженность нарушений ВСР выше при декомпенсации СД2. Так, у больных I ФК ХСН с уровнем HbA1c более 7,5% медиана SDNN составила 25 мс (интерквартильный интервал 20–27), а при уровне HbA1c менее 7,5 % медиана SDNN составила 31 мс (22–40),  $p=0,049$ . Аналогичные изменения наблюдались у больных II и III ФК ХСН.

Выводы: у больных сахарным диабетом 2 типа, страдающих ХСН декомпенсация углеводного обмена сопровождается снижением показателей вариабельности сердечного ритма.

### Влияние небиволола и триметазида на вариабельность сердечного ритма, у пациентов, получающих антрациклины

**Н. Т. Ватутин, Н. В. Калинкина, А. М. Салахова, А. С. Николишина**  
ДМУ, Донецк, Украина

Цель: оценить влияние комбинации небиволола и триметазида на вариабельность сердечного ритма (ВСР) в сравнении с монотерапией у пациентов, получивших антрациклины.

Объект, методы: 38 пациентов (24,5±5,1 лет), получавших антрациклины по поводу онкогематологических заболеваний, не имевших патологии сердечно-сосудистой системы в анамнезе и находившихся в состоянии ремиссии, были рандомизированы на три сравнимые группы: в 1-й (13 больных) — назначался триметазидин (35 мг 2 раза в сутки), во 2-й (12 больных) — небиволол (5 мг 1 раз в сутки) и в 3-й (13 больных) — их комбинация. Контрольную группу составили 30 практически здоровых лиц (23,9±4,3 лет). Пациентам проводилось суточное мониторирование электрокардиограммы (ЭКГ) с оценкой частоты сердечных сокращений (ЧСС) и параметров ВСР: временных — стандартные отклонения среднего значения интервалов RR (SDNN) и разницы последовательных интервалов RR (r-MSSD), частота последовательных интервалов RR, разница между которыми превышала 50 мс (pNN50); спектральные — общая мощность спектра — TP, мощность колебаний очень низкой — VLF, низкой — LF и высокой частот — HF; их нормализованные характеристики (LFn, HFn) и соотношение LF/HF. Обследование выполнялось дважды: до начала терапии (кумулятивная доза антрациклинов 685,5±98,3 мг/м<sup>2</sup>) и спустя 6 мес (кумулятивная доза 1112,5±169,9 мг/м<sup>2</sup>).

Результаты: исходно в процессе суточного мониторирования ЭКГ у всех групп пациентов, получающих антрациклины, зарегистрированы более высокая средняя и максимальная ЧСС по сравнению с контролем. Анализ параметров функции вегетативной нервной системы показал достоверное уменьшение SDNN, TP, VLF, LF и HF, что свидетельствовало о снижении ВСР. При расчете мощностей в нормированных единицах снизилась HFn, увеличились LFn и LF/HF, что подтвердило активацию симпатического и угнетение парасимпатического звена вегетативной нервной системы под влиянием антрациклинов. При назначении триметазида отмечено увеличение SDNN, TP и VLF по сравнению с исходными данными до значений сравнимых с контролем. При этом препарат не оказывал существенного влияния на ЧСС и симпто-вагальный баланс: наблюдалось лишь некоторое увеличение HFn и снижение LF/HF (p<0,1). Прием небиволола сопровождался существенным снижением ЧСС и улучшением симптовагального баланса, что проявилось увеличением HFn, снижением LFn и соотношения LF/HF (p<0,05). Однако на SDNN и TP этот препарат оказывал менее выраженное влияние, чем триметазидин. Комбинация триметазида и небиволола была наиболее эффективна, как в увеличении ВСР (SDNN, TP), так и в нормализации симптовагального баланса.

Выводы: У пациентов, получающих антрациклины, наиболее оптимальным для нормализации ВСР является использование комбинации небиволола и триметазида.

### Изменение вариабельности сердечного ритма при железодефицитных анемиях

**Н. Т. Ватутин, Е. В. Складная, А. Н. Шевелек, А. С. Николишина**  
ДонГМУ, Донецк, Украина

Цель: оценить изменение показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) при железодефицитных анемиях (ЖДА).

Объект, методы: обследованы 56 больных (19 мужчин, 37 женщин, средний возраст — 33±14 лет), страдающих ЖДА на протяжении 3–5 лет (в среднем 2,2±1,4 года). В зависимости от уровня гемоглобина все пациенты были разделены на 2 группы:

в 1-ю вошли 26 больных с анемией легкой степени тяжести (гемоглобин 110–96 г/л), во 2-ю — 30 со средней (гемоглобин 95–75 г/л). Контрольную группу составили 40 практически здоровых лиц (13 мужчин, 27 женщин, средний возраст 31±11 лет). Для оценки ВСР проводили суточное мониторирование электрокардиограммы с помощью системы «Кардиотехника-4000АД» (ИНКАРТ, Санкт-Петербург). При этом выполнялся временной (SDNN, r-MSSD, pNN50) и спектральный (TP, VLF, LF, HF, LFn, HFn и LF/HF) анализ ВСР.

Результаты: в обеих клинических группах была зарегистрирована более высокая максимальная и средняя ЧСС по сравнению с контрольной группой. При временном анализе у всех пациентов выявлялось достоверное снижение SDNN по сравнению с контролем, более выраженное у пациентов 2-й группы. У больных ЖДА средней степени тяжести наблюдалось статистически значимое по отношению к контролю и 1-й группе снижение pNN50. При спектральном анализе у больных зарегистрировано достоверное уменьшение TP, LF и HF, более выраженное во 2-й группе. В то же время при расчете мощностей этих областей спектра в нормированных единицах LFn увеличилась, а HFn снизилась по сравнению с контролем. У больных с анемией средней степени тяжести также отмечалось выраженное снижение VLF.

Выводы: у пациентов, страдающих ЖДА, наблюдается снижение ВСР, увеличение симпатического и уменьшение парасимпатического тонуса вегетативной нервной системы, более выраженные при анемии средней степени тяжести по сравнению с легкой.

### Автономні апарати реабілітації та тренування рухів «ТРЕНАР». Функціональні можливості

**М. І. Вовк, В. М. Горбанев, В. В. Иванов, А. Б. Шевченко**  
Міжнародний науково-навчальний центр  
інформаційних технологій та систем НАН та МОН України,  
Київ

Вступ. Широка поширеність гострих порушень мозкового кровообігу, високі показники смертності і значний відсоток інвалідів серед тих, що вижили (80%) ставлять інсульт на одне з перших місць у ряді медико-соціальних проблем. За даними європейських дослідників, на кожні 100 тисяч населення випадає 600 хворих з наслідками інсульту, з них 360 (60%) є інвалідами. Економічні втрати від інсульту величезні (у США близько 30 млрд. доларів у рік). У зв'язку з цим актуальним питанням є підвищення ефективності методів і засобів, що включаються в комплекс реабілітаційних заходів, спрямованих на корекцію та відновлення рухових функцій.

Постановка задачі. Розробити технологію тренування рухів і електронні апарати, що реалізують технологію, які поєднують результативні методи корекції рухових функцій і задовольняють головним принципам реабілітації.

- Ранній початок реабілітаційних заходів.
- Систематичність і тривалість, що можливо при поетапній побудові реабілітації.
- Адекватність реабілітаційних заходів.
- Активна участь у реабілітації пацієнта.

Результати. Розроблено інтегровану інформаційну технологію біологічно адекватного формування/тренування рухів людини та виховання нового рухового стереотипу замість втраченого або порушеного патологією. Основу технології складають: методи програмної електростимуляції м'язів, тригерної електростимуляції м'язів та метод біоуправління (біологічного зворотного зв'язку за електроміограмою); поетапне біологічно адекватне формування рухів в залежності від глибини патології; алгоритми тренування рухів, які активізують резерви організму на побудову руху, у тому числі спеціальні алгоритми, які активізують внутрішню інформаційно-енергетичне джерело, ускладнюють тренувальне завдання під зоровим і звуковим контролем його виконання. Перевагою техно-

логії є комплексна активація проприоцептивної, зорової і слухової сенсорних зон кори, що сприяє відновленню або корекції рухів.

Зазначена технологія реалізована портативними автономними мікроелектронними апаратами ТРЕНАР-1 та ТРЕНАР-2. Створені електронні апарати тренування рухів типу ТРЕНАР, як інтелектуальні системи, характеризуються домінуванням принципу функціональної вибіркової мобілізації їх структури на отримання результату — біологічно адекватної активації резервів організму на формування нового рухового стереотипу. Основу вибіркової мобілізації структури складають різні програми тренування рухів, які забезпечують виконання таких головних функцій:

- формування та тренування вимушених рухів пацієнта шляхом виконання штучно синтезованих програм електростимуляції м'язів у режимі «Синтезована програма»;
- формування, тренування і регуляція вимушених рухів пацієнта шляхом виконання програм електростимуляції його м'язів, що надходять від довільних скорочень м'язів іншої людини (інструктора) в онлайн-режимі (режим «Природна програма») або на основі записаної в пам'ять приладу ЕМГ скорочень здорових м'язів (остання програма виконується в ТРЕНАР-1, режим «Пам'ять»);
- формування, тренування і саморегуляція вимушених рухів пацієнта шляхом виконання програм електростимуляції м'язів, що надходять від довільних скорочень його власних здорових м'язів в онлайн-режимі (режим «Природна програма») або на основі записаної в пам'ять приладу ЕМГ скорочень здорових м'язів (остання програма виконується тільки в ТРЕНАР-1, режим «Пам'ять»);
- формування та тренування довільно-вимушених скорочень м'язів пацієнта шляхом виконання програми електростимуляції м'язів, що тренуються, яка надходить від довільних скорочень тих самих м'язів, і яка створена на основі записаної в пам'ять приладу ЕМГ від їх довільних скорочень (ця програма виконується тільки в ТРЕНАР-1 в режимі «Пам'ять-Ауто»);
- тренування і регуляція співвідношення довільно-вимушених рухів пацієнта під візуальним і звуковим контролем виконання завдання шляхом електростимуляції м'язів за штучно синтезованою програмою, що запускається довільними скороченнями тих самих м'язів, що тренуються (ця програма виконується тільки в ТРЕНАР-2 в режимі «Аутотренування/тригерна стимуляція»);
- тренування і корекція довільних рухів пацієнта під візуальним і звуковим контролем виконання завдання (виконується тільки в ТРЕНАР-2 в режимі «Аутотренування/тренування довільних рухів»);
- вимір часу проведення процедури тренування.

Споживчі якості апарата ТРЕНАР-2 доповнено моніторингом частоти пульсу: перед початком тренування, поточної частоти пульсу під час тренування та виміром часу повернення поточної частоти до початкового значення.

Різні режими формування/тренування рухів забезпечують адекватність керуючих впливів стану рухової системи, дозволяють індивідуально на кожному етапі реабілітації організувати процес формування/тренування рухів аж до повного відновлення або корекції рухів, поетапно мобілізуючи резерви організму на відновлення/корекцію в залежності від стану рухових функцій пацієнта на кожному етапі реабілітації. Технологія тренувань, яка залучає пацієнта в активну участь у тренувальний процес, є могутнім інструментом виховання нового рухового стереотипу. Широкі функціональні можливості, розмаїття програм тренування, портативність і автономне живлення роблять зручним використання апаратів ТРЕНАР на всіх етапах реабілітації — від ранніх до повторних курсів у стціонарі та продовження лікування в амбулаторних умовах.

Створені на ДНВП «Електронмаш», м. Київ, дослідні зразки апаратів ТРЕНАР-01 мають наступні основні технічні характеристики: два канали електротерапії, стимулюючий сигнал — прямокутні радіоімпульси (частота 10–180 Гц, скважність 10, частота заповнення 5 кГц), максимальна інтенсивність струму стимуляції 100мА, діапазон реєстрації електроміограми 20–1000 мкВ, РКІ дисплей, лінійний дисплей на світлодіодах, процедурний таймер, автономне

живлення, габаритні розміри 220x156x100 мм, маса 1,8 кг, клас безпеки II тип ВF.

На закінчення відзначимо, що інтегровану інформаційну технологію біологічно адекватного формування/тренування рухів людини, яка складає основу синтезу апаратів тренування рухів ТРЕНАР, можна використовувати не тільки для відновлення рухів, порушених патологією, але й для підтримки тону, витривалості, підвищення працездатності м'язів практично здорових людей і спортсменів, тренування м'язів в умовах дефіциту навантажень, релаксації м'язів. Таку технологію можна адаптувати для використання в екзоскелетах з метою підсилення функції слабких м'язів інвалідів або м'язів людини в складних ситуаціях, а також для програмування дій робототехнічних систем.

### Програмное обеспечение видеотелеконсультативной медицинской помощи с помощью отечественной мультикастной интерактивной программы «SVIT»

*Г. Н. Востров<sup>2</sup>, С. В. Калинин<sup>3</sup>, И. В. Смирнов<sup>3</sup>,  
Н. Р. Баязитов<sup>3</sup>, Л. С. Годлевский<sup>1</sup>, Г. М. Тяпкин<sup>2</sup>,  
М. Адеинка<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>Одесский государственный медицинский университет,  
Украина

<sup>2</sup>Одесский национальный политехнический университет,  
Украина

<sup>3</sup>Одесская областная клиническая больница, Украина

<sup>4</sup>Лаборатория биомедицинской информатики, Дельфт,  
Голландия

Разработанная мультикастная интерактивная программа «Свит» (от «Signal and Video Images Transferring») представляет собой современное приложение, которое обеспечивает видеоконференцсвязь в реальном режиме времени, передачу в сетях видеоданных от различных источников, проведение дистанционного обучения, а также наблюдения с целью охраны и безопасности. Кроме того, что участники конференций могут общаться и видеть друг друга, данная система поддерживает передачу сообщений, передачу файлов, а также пользование общей панелью для коррекции изображений (WhiteBoard).

SVIT обеспечивает функцию бродкастинга — передачу информации множеству пользователей. Например, участники конференции могут смотреть телевизионные передачи используя TV-тюнер в качестве источника таковой. SVIT очень прост в применении — даже начинающие пользователи могут осуществить его инсталляцию и дальнейшее применение.

Актуальное значение полосы пропускания данных зависит от числа пользователей видеоконференции. Скорость 56 Kbit/c является минимальной при проведении видеоконференции между двумя пользователями.

Для целей собственно телемедицинских конференций передача различных приложений возможна с помощью видеовхода на передающем компьютере к которому возможно подключить соответствующее телемедицинское оборудование (УЗИ-аппарат и т.п.). В этом случае принимающими сторонами (стороной) будет получено два подобных окна — в одном из которых представлена видеоконференцсвязь, а в другом — собственно медицинская информация.

Вместе с тем, для целей телепатологии (передачи гистологических изображений, на которых необходимо отмечать участки, требующие дополнительного обсуждения), возможно использование Blackboard. Выведение панели на экран осуществляется командами Use->Whiteboard. После этого на экране появляется соответствующая панель.

Выполнение соответствующих команд на данной панели не требует дополнительных пояснений. Используя команду File возможно выведение на экран рисунка как в стандартном BMP фор-

мате, так і в форматах Tiff і JPG. Можна загрузжати різний фон і виконувати рисунки на нем.

SVIT дозволяє вибрати будь-якої з стандартних розмірів відео — такі як QCIF, QVGA, CIF і VGA або вибрати розмір, передаваної картини, по своєму усмотрению. Також можна задати кількість передаваних кадрів в секунду. Режим реального часу досягається на швидкості передачі 25–30 кадрів в секунду. Данні в таблиці показують співвідношення розмірів, передаваного відео, і рекомендованої швидкості підключення, при участі в відеоконференції двох користувачів.

Компресія відео- і аудіо- даних являється важливою особливістю програми SVIT. При цьому забезпечується мінімум об'єму інформації, що зменшує навантаження на лінії зв'язу. Обмеження даної функції обумовлені необоротною втратою якості зображення після декомпресії. Тому відеоданні в програмі SVIT стискаються UT&S кодуем, власної розробки. Цей кодек перевершує існуючі аналоги по якості стиснення при однаковій навантаженні лінії. Існують дві моделі функціонування UT&S коду: Quality і Bitrate. Використовуючи «Quality» можна вибрати модель, коли розмір передаваних даних в однаковий проміжок часу може бути різним, але при порівняльній якості. При використанні «Bitrate» встановлюється фіксований розмір даних для одиниці часу, але якість відео- в різні моменти може бути різною.

Для компресії аудіо- даних використовується Microsoft GSM 6.10. По умовчальному аудіо- данні оцифровуються з частотою дискретизації 32 кГц, і передаються з бітрейтом 11.6 кбіт/с, в режимі моно. Це «краще» якість передачі звуку. Користувач може змінити його на «краще» або «середнє», що вплине на об'єм передачі даних відповідно.

Для роботи в різному мережевому оточенні Internet Video Exchange System (SVIT) важливими являються деякі особливості виконання функції GateKeeper (GK) модуля, який дозволяє користувачам використовувати SVIT незалежно від конфігурації мережі.

Використання програми здійснено на різних телекомунікаційних лініях зв'язу як в Одеському регіоні, так і з участю партнерів з Лабораторії Біомедицинської Інформатики г. Дельфт (Голландія), яку здійснюють в тому числі з використанням мобільної зв'язу третього покоління («Vodafone»). В процесі подібних сеансів зв'язу мова йшла про формування «второго думки» в стосунку здоров'я пацієнтів.

## Варіабельність периферичного пульсу у пренатальний період

**М. Р. Гжегоцький<sup>1</sup>, О. Г. Мисаковець<sup>1</sup>, Ю. С. Петришин<sup>1</sup>, Б. Я. Благітко<sup>2</sup>, В. Г. Рабик<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ЛНМУ ім. Д. Галицького, Львів, Україна

<sup>2</sup>ЛНУ ім. І. Франка, Львів, Україна

Мета: експериментальне вивчення варіабельності периферичного пульсу жінок у пренатальний період.

Об'єкт: 29 вагітних жінок 3–40 тижнів вагітності, серед яких є представники 1-ої, 2-ої та 3-ої вагітності у віці від 19 до 36 років, у тому числі 1-а двійня.

Методи: серце вагітної жінки і серце плода, як підсистеми, утворюють єдину систему кровообігу «серце-серце», яка функціонує в організмі матері у пренатальний період. Серцево-судинна підсистема вагітної жінки і серцево-судинна підсистема плода є зв'язані між собою пупковим канатиком через плаценту. У системі серце-серце діють два пейсмейкери, один — матері, а другий — плода. Кожен з них володіє своєю частотою збудження, в матері — нижчою, а в плода — вищою. У залежності від частоти надходження імпульсів і часу рефрактерності кожного із сердець у системі проявляється дуже складна взаємодія підсистем середовища. Існуючі методи спостереження не виявляють цієї складної взаємодії, тому що до-

зволяють досліджувати кожну серцево-судинну систему окремо, а не в процесі їх постійного взаємовпливу один на одного. Дослідження поведінки системи серце-серце у пренатальний період проводилося методом варіабельності периферичного пульсу.

Результати: виявлений позитивний ефект, який полягає в тому, що периферичний пульс вагітних жінок суттєво відрізняється від периферичного пульсу невагітних. У сигналі периферичного пульсу вагітних жінок починаючи з 23-ого тижня вагітності проявляється сигнал серцебиття плода. Сигнал серцебиття плода проявляється на короткій пульсохвилі матері, дуже нагадуючи за формою дикротичний зубець. Сигнал серцебиття плода є синхронізований серцебиттям матері — кожна пульсохвиля периферичного пульсу матері супроводжується відповідною пульсохвилею плода. Частота периферичного пульсу матері під час вагітності зростає від нормального значення, тобто такого, яке було в неї до вагітності. Частота периферичного пульсу зростає до того моменту, коли серцебиття плода стане синхронним до серцебиття матері. Пейсмейкер меншої частоти генерації з часом пригнічується пейсмейкером вищої частоти, або виникає конкуренція між пейсмейкерами. В ідеальному випадку через певний час у всьому середовищі — системі організм-організм діє тільки один пейсмейкер — пейсмейкер плода. Синхронність пульсу матері та плода «зривається» в моменти рухів дитини, але вона тут же відновлюється після того, як рухи плода припиняються. Починаючи з 30-го тижня форма пульсохвиль периферичного пульсу матері змінюється: подібність до дикротичного зубця зникає, частота серцебиття матері зменшується, прямує до нормальної, яка була у неї до вагітності. Це є асинхронний режим, під час якого пейсмейкери матері та плода працюють незалежно — кожен із своєю частотою збудження. У період між 30-им та 40-им тижнями синхронний та асинхронний режими системи серце-серце змінюють один одного. Тривалість кожного із режимів досягає декількох годин і з плином часу зменшується. На 40-ому тижні режими можуть плавно переходити один в другий на протязі 5–15 секунд. Серце плода від моменту появи грає домінуючу роль в роботі системи серце-серце.

Висновок: технологія вимірювання варіабельності периферичного пульсу може бути використана для клінічної діагностики процесу перебігу вагітності.

## Інформатизація системи охорони здоров'я регіонального рівня — проблеми і рішення

**М. В. Голубчиков<sup>1</sup>, С. О. Дяченко<sup>2</sup>, О. С. Коваленко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Київська національна медична академія післядипломної освіти, Україна

<sup>2</sup>Компанія СІЕТ, Київ, Україна

<sup>3</sup>Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України, Київ

За останні роки в Україні почався новий етап у вирішенні проблеми впровадження інформаційних технологій, що застосовуються у медичній галузі та органах її управління. Він характеризується переходом від розробки вузьких по своєму призначенню інформаційно-програмних продуктів до створення комплексних інформаційних систем з широким колом функціональних можливостей. Істотне місце починають займати інформаційні технології, орієнтовані на моніторинг соціально значущих захворювань, автоматизацію і підтримку не тільки лікувально-діагностичного процесу, але більшості бізнес процесів медичного закладу. Розробляються інформаційні системи для медичної освіти і науки. Створена велика кількість різноманітних інформаційних ресурсів у вигляді регіональних баз даних і реєстрів різних категорій населення.

Відповідно змінилися і вимоги до розробників програмних продуктів, ними стали займатися не одинаки-програмісти, що наймалися лікувальними закладами, а спеціалізовані софтові ком-

панії, які застосовують сучасні методи проектування та реалізації інформаційно-програмних засобів.

Відповідно змінилися і платформи реалізації програмних продуктів, де стали застосовуватися ІНТЕРНЕТ-технології у більшості своїй інформаційні системи стали мережевими.

В управлінні охороною здоров'я на регіональному рівні використовуються статистичні інформаційні медичні системи, що здійснюють збір, опрацювання й одержання по території зведених даних по основних медико-соціальним показникам; системи для моніторингу здоров'я населення; оцінки матеріальної бази і планування розподілу ресурсів охорони здоров'я; обліку і руху медичних кадрів, обліку і аналізу звернень громадян тощо.

Почався розвиток телемедичних технологій — створюються телемедичні консультативні вузли з транс-телефонної ЕКГ, ЯМР-томографії, медичної радіології, комп'ютерної томографії та УЗД, з ортопедії і травматології тощо.

Виникла нагальна потреба стандартизації інформаційних технологій, розробки вимог до інформаційних систем та інформаційної бази їх формування.

Таким чином, змінилася загальна мета створення інформаційних систем для галузі охорони здоров'я — від реалізації інформаційної підтримки окремих функцій закладу до комплексної його інформатизації та автоматизації з підтримкою зв'язку з іншими закладами та установами, тобто створенням єдиного медичного інформаційного простору.

Стало зрозумілим, що метою впровадження медичних інформаційних систем у діяльність ЛПЗ є підвищення оперативності роботи з медичною інформацією та підвищення інформаційної прозорості ЛПЗ як для внутрішнього використання (користувачами інформації є адміністративні органи ЛПУ) так і для зовнішнього користування (користувачами є управління системою охорони здоров'я, органи статистики, інші контролюючі та адміністративні установи). У такому випадку під інформаційною прозорістю розуміють фінансову прозорість, Статистичну прозорість та Медико-технологічну прозорість.

Побічною, другорядною метою впровадження медичних інформаційних систем (МІС) є зменшення трудовитрат на роботу з медичною документацією, підготовку та формування різних форм звітності ЛПЗ (медичної, статистичної, фінансової).

Але для того, щоб такі системи були ефективними, дійсно змінили діяльність в охороні здоров'я, необхідно спланувати та обґрунтувати їх впровадження, починаючи з рівня закладу і закінчуючи рівнем адміністративних органів охорони здоров'я. Тобто на порядок денний виходить проблема складання програм інформатизації галузі.

Особливо це стосується регіонального рівня, де вкладання коштів в інформатизацію, при їх дефіциті, повинно бути глибоко обґрунтовано, як з точки зору етапності реалізації цієї проблеми, так і з точки зору доцільності створення тих чи інших інформаційних комплексів.

Теоретично — як стверджують багато авторів — немає нічого складного у тому, щоб кількісно та якісно оцінити вклад інформаційних технологій у підвищення ефективності роботи медичних установ. В той же час, як вказує практика, ні в одній іншій сфері планування не буває стільки прорахунків, скільки їх допускається при реалізації ІТ-проектів. У таблиці 1 наведені дані про причини невдали впровадження інформаційних систем. Як можна бачити, причини помилок у тому, що рішення в сфері інформатизації дуже часто є результатом компромісу між політичними, груповими та індивідуальними інтересами на рівні управлінської ланки. І іноді подібні компроміси обертаються великими втратами.

Але це зовсім не означає, що треба зупинити впровадження інформаційних технологій в охорону здоров'я. Цей процес все одно буде йти. І ми це бачимо на практиці. Нерегульованість, та невизначеність — ось що характеризує сучасну інформатизацію.

Таблиця 1.

*Причини невдали ІТ проектів (A Roadmap for Enterprise System Implementation, Computer Magazine, June 2004, p. 22–29)*

Організаційний спротив змінам	82 %
Недостатня управлінська підтримка	72 %
Нереалістичні очікування	65 %
Незадовільне управління розвитком проекту	54 %
Нечіткий бізнес проект	46 %
Брак кваліфікованих ресурсів	44 %
Неефективне лідерство	43 %

Як свідчить світовий досвід, основу всіх реформ на рівні галузі складають, насамперед, реформи підприємств. Модернізація підприємств на основі впровадження сучасних ІКТ базується на реалізації концепції реінжиніринга бізнес-процесів, який — у лікувально-профілактичного закладу — передбачає глобальний трансфер як управлінських знань, що відповідають цій концепції, так і самих інформаційних технологій, починаючи від реєстрації пацієнта і закінчуючи підтримкою прийняття управлінських рішень з застосуванням штучного інтелекту.

Це зовсім змінює звичну для медичного персоналу технологію надання медичної допомоги, створюючи як нові можливості так і складності.

Треба одразу визначити, що програми інформатизації регіонального рівня — це стратегічний план розвитку інформаційних технологій в галузі. І його реалізацію можна здійснювати різними шляхами. Але мати при цьому як короткострокові плани, так і довгострокові.

Регіональна інформатизація системи охорони здоров'я повинна здійснюватися за наступними основними напрямками:

- створення комплексу інформаційних систем рівня медичного закладу та інформаційних систем обласного рівня та організація їх взаємодії для реалізації інформаційної інфраструктури регіону (надалі – єдиний медичний інформаційний простір);
- інтеграція регіональної медичної інформаційно-технологічної інфраструктури регіону з інформаційно-технологічною інфраструктурою відповідної області та МОЗ України;
- реалізація комплексу заходів, направлених на забезпечення управління регіональною інформатизацією галузі, включаючи удосконалення її нормативної бази, розробку регіональних стандартів, створення типових для регіону рішень та їх сертифікацію, розробку програм і проектів з інформатизації, забезпечення моніторингу, організацію фінансування та софінансування програм і проектів.

Але вибір, з чого почати, залишається за органами управління охорони здоров'я, які визначають не тільки конфігурацію початкового рівня, але і місце, і термін реалізації.

Виходячи з вище наведеного, можна поділили інформаційні системи за рівнем їх необхідності для вирішення завдань галузі на кілька груп:

- ті, що сьогодні забезпечують критично важливі процеси установ (наприклад, організація електронної пошти);
- ті, що повинні виконувати безальтернативні зовнішні вимоги (наприклад, бухгалтерські системи, ведення спеціалізованих реєстрів);
- ті, що націлені на оптимізацію існуючих медичних технологічних процесів (наприклад, системи обліку кадрів, ведення статистичного обліку та звітності, створення баз даних пацієнтів тощо);
- ті, що націлені на забезпечення підвищення ефективності та якості надання медичної допомоги (наприклад, впровадження

цифровых диагностических устройств, введения электронных медицинских записей тощо);

- ті, що заляжують інноваційний фундамент для майбутнього розвитку системи охорони здоров'я (створення комп'ютерних мереж, телемедицинські технології, ІНТЕРНЕТ-технології).

При цьому важливо розуміти, що віднесення того чи іншого рішення чи проекту до тієї чи іншої категорії не є абсолютним: для когось і електронна пошта — не є критично важливим інструментом, а для когось створення комплексної інформаційної системи є стратегічно необхідним рішенням.

Таким чином, при розробці програми інформатизації системи охорони здоров'я необхідно враховувати багато складових, що впливають на ефективність використання інформаційних технологій для системи охорони здоров'я.

І коли ми, наприклад, говоримо про створення комп'ютерної мережі між закладами та установами охорони здоров'я, треба завжди пам'ятати, що її реалізація повинна, насамперед, підвищити якість надання медичної допомоги, оптимізувати працю медичних працівників, надати можливість підвищити вірогідність зібраної медичної інформації.

Таким чином, оцінка ефективності інформатизації та ІТ-проектів необхідна. Головне — точно визначити їх цілі та вірно вибрати засоби та методи у відповідності до ситуації. Сьогодні відношення до програм інформатизації стає все більш продуманим та серйозним, настає розуміння, що інформатизація охорони здоров'я — це невід'ємний інструментарій процесу реформування всієї галузі.

## Медицинские электронные ресурсы в Интернете

*И. Р. Грецкая, Т. Н. Стасюк, В. О. Антонова*

*Донецкий государственный медицинский университет  
им. М. Горького, Украина*

Концепция непрерывного медицинского образования требует от практикующего врача регулярного изучения новейшей медицинской литературы. В настоящее время прекрасные возможности для реализации такой задачи предоставляет сеть Интернет, с помощью которой возможно не только подобрать все необходимые материалы, но и сделать это с минимальной затратой времени и средств.

В 2002 г. ВОЗ в партнерстве с ведущими издателями биомедицинской литературы, академическими учреждениями и учреждениями системы Организации Объединенных Наций ВОЗ выдвинула Инициативу Интернетом здравоохранения по обеспечению доступа к научным исследованиям HINARI (Health InterNetwork Access to Research Initiative). Она обеспечивает бесплатный или очень дешевый доступ в режиме on-line к 2900 основным журналам в области биомедицинских и смежных социальных наук для местных некоммерческих учреждений в развивающихся странах и имеет одно из крупнейших собраний биомедицинской и медицинской литературы в мире. В этой сети в настоящее время участвуют 1400 учреждений из 104 стран; в течение 2004 г. пользователи сети получили более 1 700 000 статей.

Кафедра медицинской биофизики, медицинской аппаратуры и клинической информатики ДонГМУ им. Горького с 2002 г. систематически использует в своей работе электронный ресурс HINARI. Прежде, бесплатный доступ был разрешен только к кратким резюме отчетов наиболее значимых исследований. Индивидуальное копирование полного текста статей было недопустимо дорогостоящим. На сегодняшний день большинство журналов, издающихся на английском языке, делают доступ к полному тексту научных статей на Интернет сайтах бесплатным для большинства стран с ограниченными ресурсами. Многие другие журналы бесплатно предоставляют полный текст публикаций через систему HINARI.

Главные отличия HINARI от других баз данных заключаются в следующем:

- базы данных и инструменты поиска, позволяют за максимально короткий срок найти полнотекстовые статьи;

- имеют место ссылки на журналы, в которых доступ не ограничивается только подписчиками, и инструкции по поиску полных текстов статей;

- веб-сайты, содержат научно обоснованную информацию: ресурсы, в которых основное внимание уделяется научно обоснованному здравоохранению;

- существуют веб-сайты для тех, кто ищет гранты и пишет заявки на гранты;

- содержатся аннотированные ссылки на многочисленные высококачественные веб-сайты, посвященные здравоохранению;

- литература тщательно отобрана из разноязычных источников: в нее входят только контролируемые и/или рандомизированные исследования;

- она обобщена (в виде систематических обзоров и мета-анализов);

- клинические руководства основаны на принципах доказательной медицины, разработаны, систематизированы, с учетом всех значимых результатов исследований и степени доказательности полученных свидетельств. Различные предлагаемые подходы сравниваются как с точки зрения ожидаемых положительных результатов, так и возможных отрицательных последствий их применения.

Систематические обзоры и готовые клинические руководства также можно найти в Интернете. Назовем наилучшие источники систематических обзоров, которым отдает предпочтение наша кафедра — Кокрановская Библиотека (Cochran Library) — основной поставщик информации, и Клинические Доказательства (Clinical Evidence), который организует результаты систематических обзоров и других, высококачественно проведенных исследований формат клинического руководства.

Из ряда наилучших ресурсов, где можно найти полный текст клинических руководств следует назвать вебсайт Шотландской межколлегальной сети по разработкам клинических руководств (SIGN) (<http://www.show.nhs.uk/sign/guidelines/index.html>), и вебсайт National Guidelines Clearing House (<http://www.guidelines.gov>).

HighWire Press Free — проект библиотек Стэнфордского университета. Он предоставляет бесплатный доступ для пользователей из стран с развивающейся экономикой к 100 ведущим медицинским журналам, электронное издание которых осуществляется при участии HighWire Press. Регистрация не требуется, так как программное обеспечение автоматически определяет страну, из которой осуществляется доступ. Участвующие в проекте журналы акцентируют свое внимание на науке, технике и медицине и принадлежат к числу наиболее влиятельных изданий. Подход HighWire Press к онлайн-публикации научных журналов не ограничивается простым созданием электронных изображений печатных страниц. Электронные версии дополняют предоставленную в печатных журналах информацию ссылками на ресурсы Интернета, развитыми поисковыми возможностями, изображениями с высоким разрешением, средствами мультимедиа и интерактивными механизмами. В базе данных с бесплатным доступом содержится более 820 900 полнотекстовых статей из 219 журналов биомедицинской тематики, причем каждый месяц к ним добавляется примерно 3000 новых статей, благодаря чему HighWire Press является крупнейшим в мире архивом статей, посвященных наукам о жизни. Можно вести поиск как по всем журналам, так и по избранным темам, либо осуществлять просмотр ресурсов по темам. В базу данных включены журналы с разными сроками эмбарго — открытые для свободного доступа сразу, через 6, 12 или 24 мес после публикации.

Используя выше указанные электронные ресурсы, наша кафедра в сотрудничестве с кафедрами онкологии ДООЦ, хирургии №1, акушерства и гинекологии и многими другими выполнила поиск медицинской литературы, составила мета-анализы, систематические обзоры в полном объеме за максимально короткий промежуток времени на следующие темы: «Перспективы развития хирургии рака дистального отдела желудка.», «Эндогенный интерферон,

показатель апоптоза и интеграции в геном вируса папилломы человека 16 типа как факторы риска развития рака шейки матки.», «Науково-практичне обґрунтування сучасних можливостей покращення результатів лікування хворих на рак шлунка.», «Через черевна резекція при раку проксимального відділу прямої кишки: показання, результати, лікування, прогноз.», «Прогнозування виникнення гнійно-запальних ускладнень та їх профілактика у породіль з патологічною крововтратою під час пологів.» і др. На кафедрі систематично проводяться заняття по роботі в системі HINARI с аспирантами и соискателями ученых степеней.

Таким образом, наиболее оптимальным для поиска медицинской литературы в Интернете являются следующие электронные ресурсы: HINARI, SIGN, HighWire Press, Cochran Library.

## Роль інформаційних технологій в системах управління медичними закладами та державних органах охорони здоров'я в Україні

А. Гук<sup>1</sup>, С. Дяченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>проект Агентства США з міжнародного розвитку  
«Визначення політики в питаннях здоров'я», Київ, Україна  
<sup>2</sup>ТОВ «СІЕТ», Київ, Україна

Міжнародний досвід фінансування охорони здоров'я свідчить, що збільшення видатків не приводить до поліпшення якості роботи всієї системи охорони здоров'я. Тому всі країни більше уваги приділяють збільшенню ефективності розміщення існуючих ресурсів (персонал, обладнання, будівлі та фінанси).

Аналіз сучасного стану використання наявних ресурсів в лікувально-профілактичних закладах (надалі по тексту — ЛПЗ) районного та міських рівнях показує значну неефективність їх розміщення по таким основним причинам:

- ліжковий фонд часто використовується для надання готельних а не лікувальних послуг, ліжка займаються пацієнтами, лікування яких можна проводити альтернативними формами: у денному стаціонарі, амбулаторно або в домашньому стаціонарі;
- важливо проаналізувати реальний рівень потреби населення в медичній допомозі, оскільки до цього часу залишаються застарілі індикатори оцінки роботи ЛПЗ, що базуються на валових показниках (кількість ліжко-днів, візитів, тощо). Це приводить ЛПЗ до необхідності «коректувати» фактичні дані медичної статистичної інформації при здачі державної звітності;
- в існуючих умовах ЛПЗ абсолютно не мотивовані приділяти увагу плануванню внутрішнього кошту та щоденному контролю за його використанням, а також постійно розраховувати та аналізувати фактичну собівартість наданих медичних послуг, що надають лікарі, відділення, параклініка, тощо.

Оскільки головна суть реформи охорони здоров'я полягає в переході від валових показників оцінки лікувального процесу до оцінки рівня здоров'я нації, області, району, сімейної ділянки, змінюються і індикатори оцінки роботи первинного та інших рівнів надання медичних послуг, які направлені на аналіз ефективності роботи сімейного лікаря по профілактичним заходам, якість лікування в стаціонарі, тощо.

В таких умовах головний лікар ЛПЗ змушений організувати збір та оперативну обробку клінічної, статистичної, бухгалтерської та економічної інформації, а також інформації по персоналу для її аналізу при прийнятті управлінських рішень. Досвід вже багатьох ЛПЗ України показує, що без впровадження надійних та перевірених часом Управляючих інформаційних медичних комплексів (надалі по тексту — УІМК) ефективно вирішити поставлену задачу не можливо.

Головна мета створення та впровадження УІМК — забезпечення керівництвом ЛПЗ оперативним та достовірним **управлінським обліком**. Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити наступні основні задачі:

- провести аналіз існуючої системи документообігу в ЛПЗ та модифікувати її з урахуванням можливостей УІМК;
- провести навчання персоналу роботи з УІМК у відповідності з функціональними обов'язками;
- впровадити наступні основні програмні модулі УІМК та організувати постійний інформаційний обмін між ними:
  - управління персоналом;
  - бухгалтерський та податковий облік;
  - облік матеріальних та фінансових ресурсів;
  - бюджетний облік;
  - робоче місце сімейного лікаря;
  - облік медичних послуг в поліклініці, стаціонарі, параклініці;
  - облік медичної статистичної інформації;
  - розрахунок собівартості медичних послуг;
  - аналіз якості медичних послуг;
  - управлінський облік;
  - організувати неперервний моніторинг якості та вартості наданих медичних послуг підрозділами ЛПЗ.

В результаті впровадження УІМК в ЛПЗ можна досягнути наступних основних **результатів**:

- керівники ЛПЗ та підрозділів отримують надійний інструмент для аналізу діяльності та прийняття організаційних, структурних та фінансових рішень;
- лікарі зможуть приділяти часу пацієнтам до 60% свого робочого часу (замість 20–25% на даний час);
- значну економію робочого часу бухгалтерів, економістів та статистиків для виконання контрольної та аналітичної роботи;
- інтеграція УІМК з іншим програмними продуктами, що використовуються в ЛПЗ (Медстат, Медперсонал, Мережа, тощо) для обміну даними;
- зекономлені кошти можна використати більш ефективно — ремонт приміщень, закупівля обладнання та ліків, мотивація лікарів до якісної роботи, тощо.

Впровадження УІМК відповідної архітектури було успішно проведено в рамках виконання проектів ТАСІС «Фінансування та управління у сфері охорони здоров'я в Україні» та «Розробка системи медичних стандартів в Україні». При цьому в проектах були задіяні наступні ланки системи охорони здоров'я в Україні:

- сімейні лікарі – лікарі загальної практики;
- центральні районні лікарні, центри первинної медико-санітарної допомоги;
- районні відділи охорони здоров'я;
- районні організаційно-методичні відділи;
- ЛПЗ обласного рівня;
- обласні інформаційно-аналітичні відділи;
- Управління охорони здоров'я обласних державних адміністрацій;
- підрозділи та установи Міністерства охорони здоров'я.

Завдяки впровадженню УІМК органи управління системи охорони здоров'я всіх рівнів отримують можливість оперативно проводити аналіз медичної та економічної складової роботи ЛПЗ, виконувати порівняльний аналіз роботи ЛПЗ як окремого регіону так і ЛПЗ різних регіонів України для розробки єдиної стратегії їх реформування та розвитку.

## Аналіз інформаційних характеристик адаптаційних процесів обміну глюкози під впливом холодового навантаження

Б. В. Дикий

Ужгородський національний Університет,  
Україна

Актуальність. Здоров'я населення є важливою складовою потенціального розвитку України.

Зміцнення здоров'я населення є комплексною багатогалузевою проблемою. На стан здоров'я населення впливають не тільки якість

медичного обслуговування, а і багато соціально-економічних, екологічних та інших чинників. Застосування нових інформаційних технологій аналізу та прогнозу покликано підвищити ефективність обробки первинної інформації та її аналізу для функціональної діагностики.

Пошук нових шляхів та засобів зміцнення здоров'я, підвищення адаптаційних можливостей організму при дії різних природних та соціальних стресових чинників і сьогодні є актуальною. Вплив сучасної науково-технічної революції, яке привело до зміни історично обумовлених природних станів на великих територіях Землі і водного господарства. Глибокі зміни в біосфері висунули проблему «Людина і середовище» в ряд насущних і передових.

Серед питань сучасної проблеми «Людина і середовище» одне з фундаментальних — це адаптація.

Через це дослідження проблеми адаптаційних можливостей людини здобувають особливу значимість, особливо це стосується проблеми збереження здоров'я працездатного населення, а також підростаючого покоління оскільки морфо-фізіологічні особливості людини не можуть змінюватися з такою швидкістю, з якою змінюються технологічні процеси і навколишнє середовище. Невідповідність між змінами навколишнього середовища і адаптаційними можливостями організму може виявляється в різних патологічних станах.

Одна з найбільш поширених хвороб сьогодишнього суспільства є цукровий діабет. На сьогоднішній день у структурі захворюваності населення України цукровий діабет займає доволі значне місце і за даними статистики зріс на 10,1 % за останні три роки. Розробка нових концепцій та технологій оцінки рівня толерантності людського організму до вмісту глюкози в крові має важливе значення.

Застосування нових інформаційних технологій в оцінці стану людського організму та виявленню патологій за вмістом глюкози в крові є важливим, особливо для урахування впливу навколишнього середовища на адаптаційні можливості організму, а також ритмічності фізіологічних процесів на вміст глюкози в крові [Дикий Б. В., Плоскіна В. Ю., Бігори П. П., 2006].

Мета даного дослідження — розробка математичних моделей та інформаційної технології аналізу стану фізіологічних систем організму з урахуванням хронобіологічних особливостей фізіологічних та патологічних процесів в системі обміну глюкози.

Результати. Для виявлення хронобіологічних коливань та механізмів їх корекції нами було проведено дослідження впливу малого холодового навантаження на вміст глюкози в крові на протязі двох років в весінно-літній період. В дослідженні була застосована методика застосування малого холодового навантаження при відсутності активних зігріваючих гімнастичних вправ (патент на винахід [Дикий Б. В., 2005]), на відміну від широко розповсюджених методик з активними фізичними вправами і довготривалого (протягом 1–2 хвилин) перебування в холодній воді.

При аналізі отриманих результатів було виявлено сезонний ритм вмісту глюкози в крові. Цей сезонний ритм характеризується збільшенням вмісту глюкози в крові в точці біля весняного рівнодення, а залежить від пори року.

Було виявлено, що дія малого холодового навантаження призводить до нормалізації вмісту глюкози в крові.

Існує деяка визначена зона значень вмісту глюкози в крові, від якої вміст глюкози в крові під дією МХН зменшується, та інша зона значень, від якої вміст глюкози в крові під дією МХН збільшується. Окрім того, існує зона значень вмісту глюкози в крові, де дія МХН є невизначеною. Величина зона невизначеності зміни вмісту глюкози в крові залежить від проходження Землі навколо Сонця: чим ближче Земля до Сонця, тим більша величина зони невизначеності. Це дає привід вказувати на наявність впливу на даний процес сили гравітаційної взаємодії між Землею і Сонцем.

В процесі досліджень були виявлені закономірності зміни глюкози в крові при впливі факторів зовнішнього середовища на людський організм з урахуванням сезонного ритму (проходження Землі навколо Сонця). Виявлені зміни вмісту глюкози в крові дали можливість застосувати систему управління станом організму на основі дії МХН в підвищенні неспецифічної резистентності організму до впливу факторів навколишнього середовища, тобто підвищити ефективність регуляторних адаптаційних процесів організму.

На базі даних досліджень для аналізу адаптаційних процесів людського організму з урахуванням сезонних ритмів навколишнього середовища була розроблена математична модель динаміки стану організму при застосуванні МХН.

Висновки. Розробка математичних моделей та інформаційної технології аналізу стану фізіологічних систем організму з урахування хронобіологічних особливостей протікання фізіологічних та патологічних процесів дає можливість підвищити ефективність управління процесом моніторингу по цукровому діабету та профілактики та лікування цього захворювання, також зменшити об'єм медикаментозного лікування, що особливо важливо в практиці роботи сімейного лікаря.

### **Реалізація процесу самостійного навчання і самоконтролю студентів у вищих навчальних закладах**

**А. М. Добровольська, М. І. Мойсеєнко**

*Івано-Франківський державний медичний університет, Україна*

Оволодіння технологією творчості включене в освітні стандарти вищої школи. Розв'язання цього завдання передбачає розробку технології індивідуального об'єктно-орієнтованого формування творчих можливостей майбутніх фахівців у період навчання. Це потребує переходу до співтворчості студентів з викладачем, розвитку їх індивідуальних можливостей відповідно до освітніх стандартів вищої школи.

Важливе значення під час навчально-виховного процесу у вищому навчальному закладі має організація самостійної роботи студентів, яку вчені і педагоги практики називають ефективним засобом навчання.

Основним із засобів, які дозволяють ефективно організувати самостійну роботу студентів є навчальні підручники. Розкриваючи сутність такого виду навчальної літератури, вчені характеризують його з різних точок зору: «підручник є інформаційною моделлю навчально-виховного процесу, оскільки всі його особливості як певної технології навчання задаються структурою, змістом і формою викладу навчального матеріалу» [Беспалько В. П., 1980]; «це головний засіб навчання, в якому матеріально фіксуються конкретний навчальний матеріал, що підлягає засвоєнню, і послідовність організації основних елементів навчального процесу» [Под ред. И. Я. Лернера, Н. М. Шахмаева., 1992].

У науці побуває думка про те, що якісний підручник повинен враховувати рівень розвитку освіти, відповідати моделі навчального процесу.

Основним засобом подання знань у підручниках є предметно-орієнтовані тексти, які характеризують об'єкти у їх природних зв'язках і залежностях [Под ред. И. Я. Лернера, Н. М. Шахмаева., 1992].

Елемент змісту освіти, як засобу діяльності, засвоюється студентами у вигляді умінь і навичок, що формуються шляхом виконання вправ і завдань, які виконують подвійну функцію: з одного боку є носіями інформації, тобто заміняють тексти, а з іншого — забезпечують процесуальний компонент навчального процесу, реалізують розвивальну функцію підручника.

Із впровадженням в освіту нових інформаційних технологій з'явилася можливість створити такі педагогічні і технічні засоби навчання, що піднімають на новий рівень освітню взаємодію викладачів і студентів. Одним із важливих компонентів такої взаємодії є комп'ютерний навчальний посібник, до якого можуть входити як теоретичний, так і тренінговий матеріали, що стимулюють пізнавальні і творчі види діяльності студентів, їх самостійну творчу роботу. Структура такого посібника відрізняється від структури традиційних підручників тому, що припускає модульну форму та інтерактивність.

У свою чергу матрично-модульна основа комп'ютерного посібника може містити такі варіанти роботи:

- лекційно-семінарське представлення посібника студентам;
- очно-заочну форму навчання у вигляді інформаційних модулів;
- заочну форму навчання у вигляді інформаційних модулів;
- тестування (на заліку) і самотестування.

Найбільш складною формою роботи є самоперевірка, хоча перевірка якості знань і виконання завдань також є достатньо складною і трудомісткою.

Як засіб оцінювання творчого розв'язку завдань використовують тестування. У наш час існують професійно розроблені системи тестів, призначені для перевірки навчальних завдань із різних предметів. Однак слід пам'ятати, що ніяка система тестування не може бути самодостатнім інструментом для перевірки розв'язку завдань в процесі навчання.

Комп'ютер доцільно використовувати і для класичного тестування в будь-якій галузі. На думку психологів, за умови грамотного підходу саме тести з інформатики можуть допомогти розкрити рівень розвитку вмінь майбутніх спеціалістів для виконання операцій змістовно-логічного мислення.

Проведення тестового контролю на всіх етапах навчання дає змогу ефективно управляти навчальним процесом. Проте тестовий контроль має і ряд недоліків, серед яких слід відзначити: можливість випадкового вибору правильної відповіді; стандартизацію мислення з урахуванням не всіх якостей особистості студента; формалізацію відповідей; труднощі в укладанні тестів; необхідність високої кваліфікації експертів, які укладають тести. Тест повинен визначитися обсягом знань і умінь студентів, а також їх практичним застосуванням.

Цілями тестування можуть бути: поточний контроль знань і практичних навичок студентів; зрізи знань за визначений проміжок часу; ступінь засвоєння знань і набуття практичних навичок; спостереження за динамікою процесу навчання, якістю засвоєння знань; перевірка нових методик тощо.

Одним із важливих етапів процесу засвоєння знань є контроль. Розрізняють оцінку кінцевого результату, періодичне тестування з метою визначення динаміки засвоєння знань студентом за визначений період часу і тестування з метою виявлення помилок для постійної корекції процесу засвоєння знань. Залежно від виду тестування змінюється його структура. Завдання в тесті можуть бути розміщені за рівнем складності або за тематикою.

У підсумку слід зауважити, що:

- аналіз знань, засвоєних студентами під час самостійної роботи показує, що систематичне виконання студентами різноманітних самостійних пізнавальних завдань підвищує інтерес до предмета, який вивчається, і до навчального процесу в цілому;
- застосування комп'ютерних підручників у навчальному процесі дає змогу значно підвищити ефективність та інтенсивність самостійної роботи студентів, а також активізує інтерес студентів до предмета, що вивчається;
- застосування у вищих навчальних закладах технології формування в студентів умінь самоконтролю і самокорекції сприяє підвищенню якості засвоєння і набуття практичних навичок, тобто є важливою передумовою підвищення професіоналізму майбутніх фахівців.

## Концепция реализации информационной системы комплексного анализа взаимодействия лекарственных препаратов

**В. А. Жук, И. С. Гриценко, Ю. М. Пенкин**  
*Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина*

В настоящее время анализ совместимости двух и более лекарственных препаратов при медикаментозном лечении представляет собой актуальную, сложную и многопараметрическую проблему. Прежде всего, это связано с активным переходом врачей от методов монофармакотерапии к применению комбинаций различных лекарственных средств. Обычно применение такого комбинированного подхода имеет целью усиление или ослабление эффективности действия одного из компонентов препаратов, минимизации побочных эффектов или достижения благоприятных результатов путём включения в процесс лечения нескольких физиологических систем, биохимических механизмов и т.д. Достаточное часто, лекарственные препараты одновременно назначают врачи нескольких узких специальностей в связи с наличием у больного полизаболеваний. Также эту проблему дополняют случаи самостоятельного применения лекарств пациентом, в частности при замене одного препарата на другой, даже близких по характеру фармакологического действия. Усложняет учёт результатов взаимодействия лекарственных препаратов и их совместное производство в виде многокомпонентных лекарственных форм, количество которых непрерывно возрастает. Кроме этого, при назначении лекарственных средств должны быть учтены индивидуальные особенности пациента: его возраст, пол, генетические особенности, время и условия приёма препаратов, сочетание их с пищей, состояние организма, существование тех или иных форм лекарственных и других зависимостей.

Существенным фактором является то, что такие многопараметрические задачи назначения лекарственных средств врачам приходится решать в реальном масштабе времени, обслуживания поток пациентов. При такой совокупности обстоятельств врачи просто обречены на те или иные ошибки в назначении препаратов, а пациенты на страдания от побочных действий лекарственных препаратов. Медицинская статистика подтверждает это неутешительное утверждение, поскольку даже в развитых странах (Франция, Германии, США и др.), несмотря на наличие у врачей отдельных компьютерных программ по несовместимости ЛП, 10–15% всех госпитализаций связано с осложнениями медикаментозного лечения. Существенно не улучшают эту статистику и введение вторичного контроля за рецептурными предписаниями врачей со стороны клинических фармацевтов и аптечных провизоров.

В связи с этим актуальным является вопрос создания информационной системы комплексного анализа взаимодействия лекарственных препаратов (ИСАВЛП), которая прежде всего выполняла бы функции системы поддержки принятия оптимального решения при выборе и назначении ЛП, т.е. функции экспертной системы. В настоящее время такие экспертные системы получили название интеллектуальных агентов. Базовая структурная схема для предлагаемой реализации ИСАВЛП представлена на рисунке.

Кратко проанализируем общие требования к архитектуре ИСАВЛП. Взаимодействие в ИС осуществляется с помощью иерархизированного интерфейса. В качестве пользователя ИС выступает либо конечный пользователь (лицо принимающее решение), либо эксперт, либо инженер по знаниям (когнитолог). Этим категориям пользователей представляются разные возможности взаимодействия с системой. Кроме обеспечения взаимодействия с различными категориями пользователей, интерфейс выполняет необходимые функции сопряжения с внешними сетевыми объектами (например, внешними базами данных в сети Internet).

Ядро ИС образует база данных, база знаний и машина выбора. База данных представляет собой рабочую память, в которой хранятся текущие данные, заключения и другая информация, имеющая



отношение к анализируемой системой ситуации. База знаний обеспечивает хранение знаний, представляемых с помощью продукционной модели, которая включает в себя базу продукционных правил.

Машина вывода (подсистема поиска решений), используя данные и знания, организует управление выводом в цикле «Распознавание действия». Процедуры, реализующие цикл управления, отделены от продукционных правил. Отделение базы знаний ИС от алгоритмов поиска решений, прежде всего, позволяет представить знания в более естественной форме и использовать оболочки экспертных систем других предметных областей.

Подсистема объяснения ИС позволяет пользователю выяснить, как система получила решение задачи (пришла к определённому выводу), и какие знания были при этом использованы. Подсистема приобретения знаний используется как с целью автоматизации процесса наполнения ИС, так и при корректировке базы знаний, при её обновлении, дополнении или исключении элементов знаний. Данные процессы реализуются при непосредственном участии инженера по знаниям или эксперта. Предварительный сбор информации может быть осуществлён в автоматическом режиме.

### Принципы структурирования базы знаний информационной системы комплексного анализа взаимодействия лекарственных препаратов

*В. А. Жук, И. С. Гриценко, Ю. М. Пенкин*

*Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина*

Общая база знаний информационной системы (ИС), структура которой представлена ниже в таблице, должна включать специальные базы знаний и основные информационные базы данных, которые сформированы в соответствии с международной классификационной системой АТС (Anatomical Therapeutic Chemical classification system) лекарственных препаратов (ЛП).

Специальные базы знаний ИС определяются известными видами несовместимости ЛП: фармацевтической (физической или физико-химической и химической) и фармакологической (фармакокинетической, фармакодинамической и метаболической).

К числу физических несовместимостей относят те, которые зависят от разной степени растворимости препаратов, коагуляции коллоидных систем и расслоения эмульсий, увлажнения и расплавления порошков, адсорбционных явлений. Химическая несовместимость возникает в результате реакций, которые происходят при соединении растворов в одном объёме. В настоящее время сведения по поводу физической и химической несовместимости ЛП включены в рецептурные справочники, бюллетени, таблицы, компьютерные базы данных и требуют единообразной структуры представления данных, позволяющего, прежде всего,

анализировать несовместимость ЛП по их активным (действующим) ингредиентам.

Фармакодинамическая несовместимость имеет различные причины и формы. Антагонистическая (или абсолютная) несовместимость возможна в тех случаях, когда препараты имеют разнонаправленное влияние на процессы протекающие в клетке, ткани, органе или в организме в целом, и эффект одного препарата подавляется эффектом действия другого. Фармакокинетическая несовместимость возникает в связи с теми изменениями, которые один из препаратов вносит в условия всасывания, выведения или циркуляции в организме других препаратов. В настоящее время выделяют метаболическую несовместимость ЛП, которая проявляется в ускоренном метаболизме отдельных препаратов и резкому ослаблению их действия. В других случаях в основе метаболической несовместимости лежат угнетение процессов разрушения лекарственного вещества, снижение клиренса, повышение концентрации в плазме крови. Имеющиеся в литературе сведения по фармакологической несовместимости должны быть представлены в базах знаний ИС продукционными правилами по отношению к групповым прототипам ЛП.

Поскольку частую лечение болезни характеризуется активным витаминным сопровождением, общая база знаний ИС должна включать отдельную базу знаний по взаимодействию ЛП с витаминами. База знаний по взаимодействию ЛП с основными пищевыми продуктами необходима для составления диетического стола пациента, наиболее благоприятного для курса его лечения. База знаний по соответствию ЛП индивидуальным особенностям пациента должна, прежде всего, определять ограничения в применении ЛП с учётом возраста больного, пола, генетических осо-

Общая база знаний ИС	Специальные база знаний ИС	БЗ по физической (физико-химической) несовместимости ЛП
		БЗ по химической несовместимости ЛП
		БЗ по фармакокинетической совместимости ЛП
		БЗ по фармакодинамической несовместимости ЛП
		БЗ по метаболической несовместимости ЛП
		БЗ по взаимодействию ЛП с витаминами
		БЗ по взаимодействию ЛП с основными пищевыми продуктами
		БЗ по соответствию ЛП индивидуальным особенностям пациента
Основные базы данных		БД ЛП, зарегистрированных в Украине, структурированная в соответствии с классификационной системой АТС
		БД ЛП, обязательных для рецептурного отпуска

бенностей, времени и условий приёма препарата, общего состояния организма (например, беременности), существования тех или иных форм лекарственной или другой зависимостей.

Основной принцип построения баз знаний должен позволять производить параллельный анализ фармацевтической несовместимости ЛП (на основании сравнительных процедур по отношению к их действующим веществам) и фармацевтической несовместимости ЛП (на основании сравнительных процедур по отношению к прототипам ЛП, представляющим отдельные группы препаратов, имеющих аналогичные действующие вещества). Наиболее эффективно это требование может быть удовлетворено, если в качестве основной БД использовать базу данных ЛП, структурированную в соответствии с классификационной системой АТС. В системе АТС ЛП распределены по группам в зависимости от их действия на определённый анатомический орган или систему и в соответствии с их терапевтическими показателями и химическими характеристиками. основополагающий принцип состоит в том, что для каждой готовой лекарственной формы определён только один код АТС.

На самом деле ЛП может иметь и более одного кода, если он содержит разные дозы активного вещества или представлен в нескольких лекарственных формах, терапевтические показания, для применения которых различны. В таких случаях вопрос о том, какие показания следует учитывать, как основное решает Техническая группа ВОЗ и этому ЛП присваивается единственный код. При включении новых препаратов в официальный индекс кодов АТС Центр ВОЗ в первую очередь рассматривает простые ЛП (содержащие одно активное вещество). Вместе с тем, коды АТС присваиваются и фиксируемым комбинациям активных веществ широко применяемых ЛП. Немаловажно то, что коды АТС используются в Международной программе ВОЗ по контролю за качеством ЛП. Эти коды также рекомендованы при проведении статистических исследований ЛП.

На кафедре информационных технологий НФаУ совместно с УАКМ начаты работы по созданию специальных баз знания ИС комплексного анализа взаимодействия ЛП, которые рассматриваются нами как первый и необходимый этап реализации комплексной экспертной системы.

### Визначення варіабельності серцевогоритму у хворих на артеріальну гіпертензію та її корекція

*О. В. Заремба-Федчишин, М. С. Була, О. В. Заремба  
ЛНМУ ім. Д. Галицького, Львів, Україна*

Мета: виявити у хворих на артеріальну гіпертензію (АГ) стан симпатикотонії за допомогою визначення часових показників варіабельності серцевого ритму (ВСР) та оцінити динаміку змін вегетативного балансу при застосуванні комбінованого антигіпертензивного препарату-тонорми;

Об'єкт: 20 хворих на артеріальну гіпертензію, середній вік хворого становив  $54,7 \pm 9,3$  роки. Всі пацієнти були поділені на 2 групи: I група (n=10)-приймала тонорму (до складу якої входить атенолол 100 мг, ніфедіпін 25 мг, хлорталідон 12,5 мг), доза титрувалася згідно потребі кожного пацієнта; II група (n=10) — використовувала інші антигіпертензивні середники (інгібітори АПФ, антагоністи Са, β-блокатори, сечогінні та їх комбінація). Групи були репрезентативні за віком, статтю та тривалістю захворювання.

Методи: визначення ВСР проводили на 12-канальному електрокардіографі «Полі-спектр-12» з програмним забезпеченням фірми «Нейрософт» Іваново, Росія. Визначали наступні показники: SDNN, мс — стандартне відхилення всіх NN-інтервалів, SDANN, мс — стандартне відхилення середніх значень NN-інтервалів, обчислених за 5-хвилинними відрізками всього періоду запису, RMSSD, мс — корінь квадратний з середньої суми квадратів різ-

ниць між суміжними NN-інтервалами, pNN50, % — значення NN50 поділене на загальну кількість NN-інтервалів. Визначення ВСР проводилося при поступленні в кардіологічне відділення міської комунальної лікарні швидкої медичної допомоги та через 6 місяців після виписки із стаціонару;

Результати: у всіх хворих при поступленні до стаціонару виявлено переважання впливу симпатичної нервової системи на регуляцію серцевого ритму, що проявлялося достовірним зниженням SDNN, SDANN, RMSSD та pNN50. Динаміка часових показників ВСР в основній групі хворих, що застосовувала тонорму: SDNN до лікування  $112 \pm 6$ , на фоні лікування  $138 \pm 8$  ( $p \geq 0,02$ ), SDANN до лікування  $106 \pm 5$ , на фоні лікування  $123 \pm 8$  ( $p \geq 0,02$ ), RMSSD до лікування  $16 \pm 5$ , на фоні лікування  $44 \pm 4$  ( $p \geq 0,01$ ), pNN50 до лікування  $3 \pm 1$ , на фоні лікування  $18 \pm 3$  ( $p \geq 0,01$ ). Динаміка показників ВСР у групі порівняння: SDNN до лікування  $114 \pm 5$ , на фоні лікування  $124 \pm 4$  ( $p > 0,05$ ), SDANN до лікування  $107 \pm 6$ , на фоні лікування  $108 \pm 8$  ( $p > 0,05$ ), RMSSD до лікування  $19 \pm 4$ , на фоні лікування  $21 \pm 5$  ( $p > 0,05$ ), pNN50 до лікування  $3 \pm 1$ , на фоні лікування  $6 \pm 2$  ( $p > 0,05$ ).

Висновки: метод визначення варіабельності серцевого ритму, а саме часових показників дозволяє виявити пацієнтів з гіперсимпатикотонією. Тривале лікування основної групи пацієнтів на артеріальну гіпертензію тонормою не тільки корегує артеріальний тиск до рівня 125–140/80–90 мм.рт.ст, а й нормалізує та попереджає виникнення вегетативного дисбалансу серцевого ритму з переважанням впливу парасимпатичної нервової системи.

## Опыт разработки Национального стандарта Российской Федерации «Электронная история болезни. Общие положения». Проблемы стандартизации в сфере медицинской информатики в России

**Б. В. Зингерман, Н. Е. Шкловский-Корди**  
Гематологический научный центр РАМН (ГНЦ РАМН),  
Москва, РФ

27 декабря 2002 года в Российской Федерации принят федеральный закон № 184 ФЗ «О техническом регулировании», определивший новые подходы к системе стандартизации. Основной особенностью нового закона является принцип добровольного применения стандартов (в том числе и национальных). Этот принцип, популярный в развитых странах, входит в противоречие с устойчивым постсоветским менталитетом: «ГОСТ — закон». Кроме того, новый закон полностью исключил понятие отраслевого стандарта (ОСТ), что послужило поводом к закрытию программы отраслевой стандартизации, утвержденной Минздравом РФ в 1998 году. В рамках этой программы сильным авторским коллективом, руководимым А. П. Столбовым, были разработаны два ОСТ «Информационные системы в здравоохранении: Общие требования» и «Общие требования к форматам обмена медицинской информацией». Документы успели разработать, но не успели утвердить. В результате двухлетних «мытарств» они были утверждены в «сомнительном» статусе стандарта организации («Межрегиональной общественной организации содействия стандартизации и повышения качества медицинской помощи»). Специалистами еще недостаточно осознаны новые подходы к стандартизации, определенные законом № 184 ФЗ. Работы по стандартизации практически не ведутся, невзирая на их необычайную важность, многократно декларировавшуюся профессиональными форумами по медицинской информатике. В «ознаменование» четырехлетнего юбилея принятия закона 27.12.2006 был утвержден первый российский национальный стандарт в этой области — «Электронная история болезни. Общие положения». Стандарт разработан нами под эгидой технического комитета ТК466 «Медицинские технологии» Ростехрегулирования (бывший Госстандарт см. [www.gost.ru](http://www.gost.ru)).

Каковы основные задачи принятого национального стандарта? По мнению авторов, стандарт формирует идеологию создания хранилищ разнородной персональной медицинской информации. Стандарт может являться базой для внедрения современных порталных технологий, обеспечивающих интеграцию разнородной информации, формируемой в независимых медицинских системах. В некотором смысле стандарт расценивает историю болезни (и шире — медицинскую документацию) с точки зрения концепции документооборота и определяет основные требования и особенности именно медицинского документооборота.

В стандарте вводится понятие Электронной персональной медицинской записи (ЭПМЗ) и определены основные требования к ней (обобщенная структура, жизненный цикл, права доступа и способы использования). Причем под персональной медицинской записью понимается любая медицинская запись, сделанная конкретным медицинским работником в отношении конкретного пациента. Совокупность таких записей, выполненных традиционным способом в конкретном медицинском учреждении, и составляет историю болезни, амбулаторную карту пациента и другие медицинские документы.

Основные требования стандарта связаны с обеспечением неизменности, достоверности и персонализации ЭПМЗ на протяжении всего ее жизненного цикла. Под достоверностью мы в данном случае понимаем обеспечение доверия медиков к электронным записям. Персонализация понимается как возмож-

ность определить автора и происхождение записи в любой момент времени (некий аналог подписи на традиционном документе). Важным аспектом стандарта являются также требования в отношении организации коллективной работы с ЭПМЗ, конфиденциальности и прав доступа. При этом отдельно рассматриваются права доступа пациентов к своим ЭПМЗ. Рассматриваются также использование электронно-цифровой подписи, создания бумажных и электронных копий ЭПМЗ и передача их по каналам связи.

Целью стандарта является обеспечение отчуждаемости ЭПМЗ от ее автора с тем, чтобы ЭПМЗ могла быть извлечена непосредственно из электронного архива другим медицинским работником и использована им в качестве официального медицинского документа. Обеспечивающие такую возможность системы отнесены стандартом к классу коллективных систем. В стандарте определен также класс индивидуальных медицинских компьютерных систем. К ним относятся системы, в которых электронные средства и электронные архивы являются техническим средством для подготовки традиционных медицинских записей, которые далее распечатываются на бумажном носителе, подписываются и затем функционируют в соответствии с правилами и нормативными документами, регламентирующими работу с бумажной медицинской документацией. В таких системах электронные записи не имеют самостоятельного статуса, статус документа приобретает подписанная распечатка. К сожалению, основная масса медицинских систем сейчас относится именно к этому классу.

В стандарте вводится понятие и общее описание документа «Политика безопасности в отношении ЭПМЗ», который регламентирует работу в медицинской организации, использующей коллективную медицинскую систему.

В стандарте отражены также некоторые аспекты обеспечения бесперебойности и работоспособности таких систем, определены общие требования к технологическим службам, процессу обучения и тренинга медицинского персонала, работающего с информационными системами.

Ознакомиться с различными версиями проекта стандарта и материалами его обсуждения можно на сайтах Ассоциации АРМИТ ([www.armit.ru](http://www.armit.ru)) и Гематологического научного центра ([www.blood.ru](http://www.blood.ru)). В ходе обсуждения высказывались опасения, что стандарт осложнит внедрение компьютерных медицинских систем и потребует внести существенные изменения в уже работающие системы. Нам кажется, что эти опасения беспочвенны, учитывая «добровольность» национальных стандартов.

Каковы же дальнейшие направления стандартизации в сфере медицинской информатики в России? Широко распространена точка зрения, что нужно без лишних мудрствований переводить существующие международные стандарты и утверждать их в качестве национальных, тем более что такой подход поддерживается законом «О техническом регулировании». К сожалению, за истекшие 4 года ни один международный стандарт переведен не был. Есть много предложений и проектов, связанных с переводом и адаптацией терминологии SNOMED и стандарта HL7, однако вопрос с финансированием этих работ не решен, а в реализацию этих проектов без значительного финансирования поверить трудно.

По нашему мнению, важнейшей проблемой медицинской информатики ближайшего времени станут взаимоотношения пациентов и медицинских работников в отношении обладания, использования и доступа к персональной медицинской информации. С учетом ратификации конвенции Совета Европы и принятия в России в 2006 году законов «О защите персональных данных» и «Об информации, информационных технологиях и защите информации» неурегулированность отношений правообладания медицинской информацией может сделать невозможной всякое использование медицинских информационных систем. Необходимо интенсифицировать работы по разработке стандартов и юридической базы взаимоотношений врача и пациента. К сожалению, эта проблема еще недостаточно осознана медицинским руководством.

### Показатели дисперсионного картирования и ЭКГ-ВР у больных с нестабильной стенокардией в зависимости от отдаленного исхода заболевания

Г. Г. Иванов, Е. Ю. Булгакова, С. Сбеитан, В. А. Востриков  
ММА им. И. М. Сеченова, РУДН, Москва, РФ

Проведен анализ показателей дисперсионного картирования в динамике у 44 больных с нестабильной стенокардией обследованных в 1 и 5–7 сутки заболевания. Конечной точкой исследования выбрана смертность от сердечно-сосудистых причин через 0,5 года наблюдения. 1-я группа — 37 выживших больных, 2-я группа — 7 больных с летальным исходом. Контрольную группу составили 47 условно здоровых лиц без каких либо анамнестических и ЭКГ признаков заболеваний сердца (возраст — 38,3±1,8 лет)

Таблица 3.

Средние значения площади дисперсионных отклонений (G1–G6) в обследованных группах.

Группы Показатель	Площадь дисперсионных отклонений, мкВ×мс					
	DisP <sub>RV</sub> +DisP <sub>LV</sub> (G1+G2)		DQRS <sub>END</sub> RV+ DQRS <sub>END</sub> LV (G3 + G4)		DisT <sub>RV</sub> +DisT <sub>LV</sub> (G5+G6)	
Здоровые (n=47)	38,4±2,8		29,7±8,8		118,1±5,9	
Больные	1 с	5–7 с	1 с	5–7 с	1 с	5–7 с
Выжившие (n=37)	60,2±3,3	41,3±3,4*	288,8±18,8	248,5±18,7	153,0±7,8	199,2±4,8*
Умершие (n=7)	56,3±3,6	17,9±4,3*,^	443,7±32,5^	218,3±31,8*,^	229,6±19,8^	147,2±7,8*,^

\* — (P<0,05) достоверность различий по сравнению с показателями в 1 сутки

^ — тоже по сравнению с группой выживших

Показано, что в группе умерших больных (в течение полугодия наблюдения) в 1 сутки наблюдались максимальные показатели дисперсионных отклонений QRS комплекса (DQRSENDRV+DQRSEN DLV) и зубца Т (DisTRV + DisTLV). Также установлено, что в группе с неблагоприятным исходом имеет место наиболее резкое снижение анализируемых показателей на 5-7 сутки по сравнению с группой выживших больных.

Таблица 2.

Показатели ЭКГ-ВР комплекса QRS и зубца Р в обследованных группах больных и контрольной группе.

Показатель Группы	1 сутки		5–7 сутки			
	FiQRSd, мс	TotQRS, мкВ	FiQRSd, мс	TotQRS, мкВ	FiP, мс	TotP, мкВ
Контрольная (n=47)	90,0±2,8	90,4±3,4	-----	-----	-----	-----
Выжившие (n=37)	101,8±3,3**	<b>78,0±3,9**</b>	102,5±1,7	78,8±4,8		
Умершие (n=7)	102,3±3,6**	<b>93,3±3,5^</b>	<b>109,3±3,8*,^</b>	<b>78,6±4,8^</b>		
Показатель	Показатели ЭКГ ВР зубца Р					
	PQ, мс	FiP, мс	TotP, мкВ	PQ, мс	FiP, мс	TotP, мкВ
Контрольная (n=47)	159,0±4,8	98,3±3,1	5,5±0,4	-----	-----	-----
Выжившие (n=37)	171,2±3,3**	120,3±3,4**	<b>6,3±0,4</b>	178,5±2,7**	123,0±3,4**	<b>4,6±0,4*</b>
Умершие (n=7)	163,3±4,6^	119,9±3,3^,**	<b>5,0±0,4:</b>	173,3±3,8**	123,3±3,4*,**	4,1±0,4^,**

\* — (P < 0,05) достоверность различий по сравнению с показателями в 1 сутки;

\*\* — тоже по с контрольной группой;

^ — тоже по сравнению с группой выживших.

Амплитудные характеристики ЭКГ-ВР комплекса QRS и зубца Р имели отличия в 1–5 сутки в группах больных с разным отдаленным исходом (смертность через 0,5 года от сердечно-сосудистых заболеваний). В группе умерших значения TotQRS (мкВ) в 1-е сутки были больше, чем в группе выживших, а параметры FiQRS (мс) были максимальными к 5 суткам. Можно отметить высокие значения TotP в группе выживших на 1 и 5–7 сутки наблюдения (табл. 2).

Впервые показано, что у больных тяжесть заболевания и отдаленный исход заболевания ассоциируется со степенью выраженности амплитудных и площадных параметров дисперсионной ЭКГ, которые изменяются в динамике наблюдения. Амплитудные характеристики ЭКГ высокого разрешения и параметры амплитуды дисперсионных отклонений метода дисперсионного картирования изменяются разнонаправлено в группах больных с разной степенью тяжести патологии.

Очевидно, что предстоит глубже понять связь показателей ДК ЭКГ с электрофизиологической основой описанных выше изменений, их ассоциацию со всем спектром нарушений перфузии миокарда (спящий, оглушенный миокард и прекодиционирование), возможной гетерогенностью регионарной перфузии миокарда и метаболического баланса. Различные варианты ишемизированного миокарда, в том числе гибернированный миокард, в настоящее время рассматриваются как потенциальный аритмогенный субстрат из-за изменения целого ряда электрофизиологических свойств. В этой связи важно изучить корреляции аритмических осложнений и показателей ЭКГ-ВР с изменениями дисперсионных характеристик ЭКГ и ишемическими или метаболическими изменениями в миокарде.

Клинико-электрокардиографические корреляции со «степенями дисперсионных отклонений», а также вопросы о границах физиологической нормы и при различных патологических состояниях будут уточняться по мере накопления данных при проведении клинических исследований.

### Изменения вегетативной регуляции сердечного ритма у пожилых больных со стенокардией напряжения I и II функциональных классов при использовании интервальных нормобарических гипоксических тренировок

В. А. Ищук

Институт геронтологии АМН Украины, Киев, Украина

Цель: исследовать изменения вариабельность ритма сердца у пожилых больных со стенокардией напряжения I и II функциональных классов (ФК) после проведения курса интервальных нормобарических гипоксических тренировок (ИНГТ).

Объект: 28 больных со стенокардией напряжения I и II ФК (возраст 60–74 года).

Методы: до и после ИНГТ проводили суточное мониторирование ЭКГ на аппарате «DiaCard 2.0» (Украина). Для анализа волновой структуры сердечного ритма использовали методику расчета спектра мощности, которая базируется на преобразовании Фурье. Анализ RR-интервалов осуществляли при помощи компьютерной программы «Кардиобиритм». ИНГТ проводили на аппаратном комплексе «Гипотрон» (Украина). Курс тренировок состоял из 10 ежедневных сеансов 5-минутных циклов вдыхания гипоксической смеси (12–14% кислорода), которые чередовались с 5-минутным вдыханием атмосферного воздуха (4 цикла за сеанс).

Результаты: до тренировок у больных наблюдалось нарушение циркадных ритмов вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы (ССС). В частности, симпато-вагальный индекс (LF/HF)

днем составлял  $1,65 \pm 0,10$ , ночью —  $1,98 \pm 0,23$ . После проведения ИНГТ в дневной период отношение LF/HF увеличилось до  $1,83 \pm 0,16$  ( $p > 0,05$ ), в ночной — снизилось до  $1,91 \pm 0,21$  ( $p > 0,05$ ). Указанные тенденции свидетельствуют об улучшении суточных ритмов вегетативной нервной системы (ВНС). При анализе почасовой динамики компонентов ВРС в подгруппах с эффектом и без эффекта тренировок (по изменению толерантности к физической нагрузке) выявлено, что мощность VLF и LF существенно не изменились, а динамика HF указывает на усиление тонуса парасимпатического звена вегетативной регуляции ССС в ночной период у больных с эффектом тренировок. В этой подгруппе возросла суточная амплитуда HF от  $(250 \pm 47)$  мс<sup>2</sup> к  $(530 \pm 61)$  мс<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ).

Вывод: у пожилых больных со стенокардией напряжения I и II ФК применения ИНГТ уменьшает признаки десинхронизации за счет относительного усиления симпатического тонуса ВНС днем и парасимпатического в ночной период.

### Автоматизована система для хірургічного відділення лікарні швидкої допомоги

**В. В. Йонко**

При розв'язанні повсякденних задач медицини з якими стикаються медичні працівники, визначальними характеристиками є час та інформація. Швидкість та якість отримання та обробки інформації стали сьогодні умовою існування та прогресу галузі. Цю проблему неможливо вирішити без використання комп'ютерних технологій.

В результаті співпраці з медичними фахівцями у галузі хірургії, було створено програмну інформаційну систему що дозволила б автоматизувати збір та аналіз величезної кількості інформації по всім етапам медичного процесу хірургічного відділення та стала б підґрунтям для подальших наукових досліджень. Система розроблялась для можливості впровадження у вузькоспеціалізованих хірургічних відділеннях, а саме у відділеннях що спеціалізуються на лікуванні грудної клітки та живота. В той же час програма могла б слугувати інформаційно-аналітичним програмним модулем, що здатен обробляти та детально аналізувати велику кількість статистичної інформації по всім етапам медичного процесу відділення.

Основною метою системи було підвищення якості надання медичного обслуговування — підвищення виживання пацієнтів та зменшення негативних наслідків захворювань і травматизму. Цілями програмного продукту були: розробка підсистем формування статистичної звітності та процесу аналізу медичної інформації на всіх етапах надання медичної допомоги, а також реалізація підсистем підтримки рішень на етапах визначення стану пацієнта та надання йому невідкладної медичної допомоги.

Головним завданням для такої системи є зниження рутинної роботи, підвищення якості та ефективності лікувально-діагностичної допомоги, спрямування зусиль медичних працівників на рішення саме клінічних проблем, а не на рутинне заповнювання паперових документів і відповідних звітів. Для цього потрібно щоб комп'ютер став не чужорідним предметом в кабінеті лікаря, а замінив звичні папір і ручку на клавіатуру і екран. Впровадження МІС так чи інакше пов'язане з підвищенням ефективності роботи лікаря.

На основі створених довідників нефункціональних залежностей між симптомами, проблемами та відповідними реанімаційними діями, було розроблено підсистему підтримки рішень стандартних і нетипових ситуацій.

Нефункціональні залежності, що неможливо пояснити поза медичною наукою за їх взаємозв'язком, умовно розділені на три групи:

1. Одна проблема — одне рішення;
2. Одна проблема — декілька рішень;
3. Декілька проблем — одне рішення.

Всі інші способи побудови нефункціональних залежностей є комбінацією вищенаведених.

Така підсистема, реалізована в даному програмному продукті може функціонувати як система порад для лікуючого персоналу, а також в цілях моніторингу рішень медичних працівників. Іншим можливим її застосуванням є навчання молодих спеціалістів медичних освітніх установ. В результаті плідної співпраці з фахівцями в хірургії було створено комп'ютерну програму **Trauma Management 1.0**. Для здійснення найбільш повного аналізу вхідної інформації по всім пацієнтам, система володіє найсучаснішими світовими шкалами оцінки стану пацієнта: TRISS, ISS, AIS.

Крім того система наділена наступними можливостями, які є її конкурентними перевагами:

- система побудована на основі архітектури клієнт-сервер що забезпечує підтримку одночасної роботи довільної кількості користувачів в локальній мережі;
- система дозволяє надавати або обмежувати права доступу до окремих модулів в залежності від користувачьких ролей (адміністратор, лікар, користувач);
- система дозволяє зберігати створювати резервні копії баз даних для запобігання втрати інформації;
- система надає уніфіковану звітність у форматах як Microsoft Office так і у внутрішніх форматах;
- система є маштабованою, підтримує майбутнє розширення функціональності;

### Разработка автоматизированной системы тестирования и оценки состояния эмоционального здоровья человека

**В. Е. Кабикин, Ю. Н. Волков, Т. А. Кобзарь, Т. В. Кондратюк**  
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев

Первопричиной конкретного поведения человека в конкретной ситуации чаще всего считаются именно эмоции. Поэтому, вряд ли у кого-то вызовет сомнение актуальность познания особенностей эмоциональной сферы человека. На сегодняшний день столь же актуальной является и проблема автоматизации процесса тестирования эмоционального здоровья. Понятно, что это удобно и для исследователя и для испытуемого, так как упраздняется большой объем рутинной работы, связанной с обработкой результатов, формированием заключений и тому подобное.

Актуальность количественного оценивания эмоциональной компоненты здоровья определяется еще и тем фактом, что эмоции есть проявление интегрированной оценки общего благополучия человека. Динамика такой оценки за определенный период времени может служить целям прогнозирования, моделирования состояния пациента, что полезно при оказании консультативной и профилактической помощи.

Для решения задачи автоматизации тестирования и оценки эмоционального здоровья человека была использована разработанная нами информационная технология тестирования психоэмоционального здоровья человека, а также алгоритмы его количественного оценивания. На рисунке представлен информационно-структурный базис для тестирования эмоциональной компоненты.

Алгоритм синтеза оценки ЭК психического здоровья включает два этапа:

- 1) обработка анкет тестирования;
- 2) расчёт оценки ЭК с помощью метода нормированной унификации разнокачественной информации (МНУРИ) [Котова А. Б., Белов В. М., Пустовойт О. Г., 2005].

В работе были автоматизированы все этапы информационной технологии тестирования и оценки состояния эмоционального здоровья, для чего был применен язык программирования Visual Basic, одним из преимуществ которого является то, что он оптимально сочетает в себе простоту использования, доступность и большой

### Информационно-структурный базис для тестирования эмоциональной компоненты



набор разнообразных возможностей, позволяющих охватить все основные области программистской деятельности.

Автоматизированная компьютерная система тестирования и оценки эмоционального здоровья состоит из следующих этапов:

1. Занесение в электронный бланк паспортных данных испытуемого.
2. Занесение в электронное диалоговое окно ответов на поставленные вопросы теста с получением качественной оценки («да», «нет») ответов испытуемого на каждый из вопросов.
3. Переход, с помощью таблицы кодов, от качественной к количественной оценке.
4. Преобразование шкалы баллов в шкалу оценок.
5. Интерпретация результатов тестирования в виде вербальных заключений.
6. Вывод на экран результатов тестирования.
7. Занесение паспортных данных и результатов тестирования в архив.

Результаты:

- на основе нормативов, с помощью которых можно контролировать динамику психоэмоционального континуума личности, создана автоматизированная (компьютерная) система тестирования и оценки эмоционального состояния здоровья человека;
- создана база данных результатов опроса, включая паспортные данные испытуемого (картотека);

- выполнена полная автоматизация расчетов;
- разработан дружелюбный интерфейс, обеспечивающий наглядное и легкое тестирование;
- создана возможность отдельного просмотра результатов каждой из составляющих эмоциональной компоненты здоровья человека.

Среди преимуществ стоит отметить возможность сохранения результатов оценки состояния в единой базе данных с последующим их использованием в рамках поддержки принятия решения специалистом, а также для динамического самоконтроля.

Система тестирования позволяет существенно сэкономить время на проверку и обработку результатов проверки состояния здоровья испытуемого.

Дает возможность вывода на экран результатов тестирования как по различным составляющим (модальность, адекватность, динамичность, экспрессивность), так и обобщенную оценку ЭК в целом.

Разработанная нами автоматизированная компьютерная система тестирования и оценки эмоциональной компоненты (АКС ТиО ЭК) психического статуса здоровья человека является удобным инструментом для поддержки процессов принятия решений о состоянии здоровья. Созданная АКС ТиО ЭК включает в себя «мини картотеку», что является отличительной особенностью данной системы. Она является важной составляющей развиваемой концепции проектирования индивидуального здоровья.

### Комплексная нейрофункциональная диагностика пограничной артериальной гипертензии и симпато-адреналовых пароксизмов

**В. И. Калашников**

Харьковская медицинская академия последипломного образования, Консультативный Центр «Инсайт», Украина

Целью исследования явилось изучение показателей цереброваскулярной реактивности, основных показателей биоэлектрической активности головного мозга и уровня тревожности у пациентов с пограничной артериальной гипертензией (ПАГ) и симпато-адреналовыми пароксизмами (САП).

Дизайн исследования. Было обследовано 78 больных (40 мужчин, 38 женщин) молодого возраста (20–35 лет), из которых у 42 больных выявлялась пограничная артериальная гипертензия, у 36 пациентов — симпато-адреналовые пароксизмы.

Состояние мозговой гемодинамики изучалось при помощи транскраниального доплеровского аппарата «Ангиодин» произ-

водства фирмы БИОСС (Москва, Россия). Исследовались показатели линейной скорости кровотока (ЛСК) в передних (ПМА), средних (СМА), задних (ЗМА) мозговых, позвоночных (ПА) и основной (ОА) артериях.

Состояние цереброваскулярной реактивности оценивалось с помощью следующих функциональных нагрузок: гиперкапническая, гипervентиляционная, ортостатическая, антиортостатическая, нитроглицериновая. Состояние биоэлектрической активности исследовалось при помощи компьютерного электроэнцефалографа EegKit 2.4 (РАДМИР, г. Харьков, Украина). Производилось ЭЭГ-картирование с определением спектральной мощности основных ритмов. Также производилось исследование уровня тревожности по шкале Спилберга.

Контрольную группу составили 25 здоровых добровольцев соответствующего возраста.

Результаты и обсуждение. У пациентов с САП наблюдалось существенное усиление скорости кровотока по ЗМА, ПА, ОА. В группе пациентов с ПАГ также отмечалось усиление скорости потока в вышеупомянутых сосудах, но в меньшей степени. Выявлялось

также усиление ЛСК по ВСА и СМА. С учетом анализа скоростных показателей можно предположить наличие гиперкинетических сосудистых реакций в группе пациентов с ПАГ.

Наиболее существенные различия между группами пациентов прослеживались в данных реактивности на  $CO_2$  — выраженная гиперреактивность в группе ПАГ и легкая гипореактивность в группе САП. Незначительная гиперреактивность у пациентов с ПАГ отмечалась по данным нитроглицеринового теста. У пациентов с САП выявлялась гипореактивность на пробы с  $CO_2$  и  $O_2$  и легкая гиперреактивность на орто- и антиортостатические пробы.

При проведении ЭЭГ-исследования были выявлены следующие нарушения биоэлектрической активности мозга: паттерн дизритмии при ПАГ и паттерн ирритации при САП.

Показатели тревожности в группе с САП были в целом выше чем в группе с ПАГ. У пациентов с САП преобладала личностная тревожность, у пациентов с ПАГ больший удельный вес имела реактивная тревожность.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о перво-степенном значении дисрегуляции различных гомеостатических систем в патогенезе ПАГ и САП.

Выводы. 1. Гиперкинетические сосудистые реакции являются характерным доплерографическим паттерном у пациентов с ПАГ.

2. Нарушения ЦВР у пациентов с ПАГ появлялись в виде гиперреактивности на гиперкапническую нагрузку, а у пациентов с САП в виде гиперреактивности на орто- и антиортостатические нагрузки.

3. Характерными ЭЭГ-маркерами данных состояний являлись доминирование тета-ритма у пациентов с ПАГ и снижение уровня альфа-ритма в сочетаниях с ирритативными явлениями у пациентов с САП.

4. В обеих группах наблюдался высокий уровень реактивной тревожности, в группе с САП сочетающийся со значительным повышением уровня личностной тревожности.

5. Показатели ЦВР, определяемые методом ТКД, показатели спектральной мощности основных ритмов по данным ЭЭГ и показатели личной и реактивной тревожности являются диагностические ценными и могут быть использованы при выборе тактики лечения пациентов с ПАГ и САП.

## Информационные технологии в диабетологии

**С. И. Кифоренко, А. Б. Котова, Н. В. Лавренюк**

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

Анализ тенденций расширения областей непосредственного использования методов информационных технологий позволяет отметить особую актуальность их применения в медицинской сфере деятельности. Эффективность врачебной деятельности в большой мере определяется обеспечением лечебного процесса информационными ресурсами, зависит от скорости их обработки и предоставления необходимых данных в нужное время, в нужном месте и в доступном виде. При этом наряду с наличием программ, встроженных в офисное стандартное обеспечение современных компьютеров, а также ряда приложений по моделированию и статистической обработке данных для широкого использования (Matlab, Statistika и др.), безусловно облегчающих научно-практическую деятельность пользователей, на современном этапе есть потребность в разработке специализированных программных систем, поддерживающих принятие решений в конкретной профессиональной деятельности врачей в том числе и врачей-диабетологов.

Базисной основой информационных технологий диагностики и управления состоянием системы углеводного обмена является образ прогностического индивидуального гликемического профиля. Данная информационная технология позволяет разработать комплекс программ, поддерживающий принятие решений в лечебно-диа-

гностическом процессе. В связи с этим стоит задача создания информационно-компьютерных систем поддержки принятия решений врачом-диабетологом на всех этапах лечебно-диагностического процесса. Эти системы условно можно разделить на два типа:

- информационные систем, базирующиеся на экспертных знаниях врачей-диабетологов;
- информационные системы, основанные на математических моделях, в которых закодированы знания о функционировании физиологических систем, обеспечивающих эндокринологический статус больных диабетом.

На основе информационно-структурного представления, которое явилось отражением классификации лекарственных средств, принятой в лечебной практике диабета разработана специализированная база данных о взаимодействии лекарственных препаратов, используемых в лечебной практике врачей-диабетологов.

В конструируемой системе используются не только сведения о свойствах препаратов, имеющихся в справочной литературе, но и дополнительный элемент знаний — информация, которой владеют эксперты-диабетологи о влиянии совокупности препаратов, назначаемых больным диабетом, на системы, задействованные в регуляции углеводного обмена. Информация в виде свободного текста формализована и представлена набором альтернативных высказываний о характере взаимодействия. В данном случае выходом разработанной информационной системы является представление в электронном виде знаний о возможных взаимодействиях, допустимых сочетаниях и опасных последствиях при приеме лекарственных препаратов, используемых в практике лечения сахарного диабета.

Разработана информационная технология дифференцированной ранней диагностики нарушений в системе углеводного обмена (нарушенная толерантность, преддиабет, явный диабет), базирующаяся на синтезе линейной диагностической модели.

Накопленный опыт работы с математическими моделями системы регуляции гликемии различного уровня сложности позволил разработать двухуровневую систему моделирования, в которой одновременно используются сложная математическая модель более высокого порядка, учитывающая большее количество физиологических свойств системы регуляции, и ее редуцированный вариант, используемый для решения задач оптимального синтеза управления. Двухуровневая схема моделирования позволяет обрабатывать в имитационном эксперименте дискретность, точность измерений, а также оценивать влияние неадекватности прогнозирующих моделей на регулируемый процесс.

Все разработки можно условно разделить на 3 типа:

- компьютерно-информационная поддержка исследовательской деятельности (использование сложных моделей для проверки гипотез);
- информационная поддержка практической деятельности врача (компьютерная система о взаимодействии лекарственных препаратов);
- компьютерно-информационная поддержка принятия решений пациентом (программа прогнозирования гликемического профиля на фоне подбираемой регламентации углеводной компоненты в пище и доз инсулина).

Разработанные информационные модули помогут снизить риск принятия нерациональных решений при организации лечения и режима жизнедеятельности при сахарном диабете.

## Информационная технология количественного оценивания эмоциональной компоненты психического статуса здоровья

**Т. А. Кобзарь, С. И. Кифоренко**

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев*

Взгляд на здоровье сквозь призму иерархичности позволил коллективу авторов, возглавляемому Антомоновым Ю. Г. разра-

ботать информационно-структурное представление о здоровье как триединстве физического, психического и социального статусов, которое послужило базовой структурой для разработки методологии многомерного количественного оценивания здоровья и его составляющих. В рамках принятой концепции триединства психическому статусу принадлежит ответственная роль, обеспечивающая функциональное взаимодействие внутрисистемного и системно-средового гомеостаза.

Именно психическая деятельность базируется на мировосприятии, связанном с личностным миром человека и его отношением к внешнему окружению. Наряду с характерологической и интеллектуальной составляющими, определяющими психический статус здоровья, эмоции создают окраску психической деятельности и характеризуются возможностью выполнять оценочно-активационную деятельность. Поэтому задача тестирования и количественного оценивания эмоциональной составляющей, как необходимого элемента, входящего в структуру психического здоровья и здоровья в целом, в контексте изучаемой проблемы является актуальной.

Трудность разработки подходов к количественному оцениванию эмоциональной компоненты состоит в том, что природа эмоций, их суть, свойства, закономерности формирования и развития, механизмы их взаимодействия с соматической и социальной компонентами здоровья весьма сложны и многообразны. Для выработки единого, более или менее универсального представления об эмоциях целесообразно, с точки зрения авторов, использование методологии информационно-структурного моделирования.

Задачей данного исследования является разработка информационной технологии тестирования эмоциональной компоненты (ЭК) психического статуса здоровья человека, а также алгоритмов её количественного оценивания. В настоящей работе предлагается подход к решению поставленной задачи, базирующийся на выделении общих свойств, характерных для эмоциональной компоненты, как целостного образования. На основании проведенного анализа литературных данных в качестве базовых характеристик эмоциональной составляющей психического статуса были выбраны модальность, адекватность, динамичность и экспрессивность.

Описанное представление является структурно-информационным базисом методологии количественного оценивания эмоциональной составляющей психического статуса. При этом все алгоритмические процедуры основаны на разработанной ранее для оценки здоровья технологии МНУРИ (метод нормированной унификации разнокачественной информации).

При решении поставленной задачи используются методы информационно-структурного моделирования, технология синтеза тест-вопросников, технология многомерного шкалирования, методы нормирования и унификации данных, а также синтеза диагностических моделей, основанных на технологии МНУРИ.

Алгоритмическая последовательность разработки количественного оценивания ЭК включает следующие этапы:

- синтез информационно-структурной модели ЭК;
- формирование перечня вопросов для тестирования каждой составляющей ЭК, построенных на принципах самооценки;
- разработка ключа, необходимого для балльного оценивания ответов;
- формирование шкал баллов для каждой составляющей;
- синтез диагностической модели;
- разработка методики шкалограммного оценивания эмоциональной компоненты;
- интерпретация количественных результатов оценивания, формулировка вербальных заключений о состоянии.

Разработанные логико-алгоритмические процедуры реализованы в отдельном модуле компьютерной программы оценки психического статуса и здоровья в целом.

Предложенная информационная технология количественного оценивания эмоционального здоровья апробирована на репрезентативной выборке контингента студентов, продемонстрировала свою работоспособность и может использоваться в целях валео-

логического консультирования и для проведения мониторинга психосоциального состояния различных групп населения.

## Применение кластерного анализа для сравнительного исследования социально-демографических изменений

*А. С. Коваленко, О. А. Кривова, Н. С. Рогозинская*  
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МО Украины, Киев

Кластерный анализ является одной из статистических процедур, используемых на первом этапе обработки разнородной информации для выделения однородных групп данных. Огромную ценность может представлять успешный анализ данных медицинской статистики посредством группировки объектов по кластерам в задачах проведения межрегиональных и межстрановых сравнительных исследований взаимосвязи качества жизни населения и уровня экономического развития.

Целью нашей работы является сравнительное исследование характерных изменений основных медико-демографических и экономических показателей стран Европейского региона на основе их классификации, а также поиск простых и устойчивых соотношений между макропеременными демографии и экономики. Макроэкономическим показателем экономического роста и уровня жизни населения был выбран валовой внутренний продукт на душу населения (в паритетных ценах), или среднедушевой доход, а индикатором медико-демографическим — отношение числа родившихся к числу умерших (коэффициент стабилизации). Источником данных служила база «Здоровье для всех» (HFA-DB), которая содержит массив основных статистических показателей для 52 государств-членов Европейского региона ВОЗ.

Была проведена классификация стран по степени статистического сходства темпов изменения выбранных показателей за два периода 1970–1981 и 1991–2002 годы. Расчеты осуществлялись с помощью пакета прикладных программ математической статистики «SPSS for Windows 10.0.5».

Применяя ряд известных алгоритмов иерархического кластерного анализа (7 стратегий), мы определили оптимальное количество групп и структуру кластеров. Для всех использованных методов оптимальным было разбиение на три кластера, при этом сохранялся состав кластеров.

Дисперсионный анализ результатов кластеризации на три кластера методом К-средних показал достоверность отличия групповых средних стран по двум признакам.

Полученное разными методами распределение стран по трем основным группам было подобным. Состав трех групп, полученных комбинацией методов кластерного анализа (иерархического и К-средних), совпадает, за исключением Словении, которая занимает промежуточное положение на границе двух близких кластеров. Необходимо отметить хорошее совпадение средних значений для каждого кластера и координат кластерных центров, полученных разными методами, что также свидетельствует об успешном решении задачи разбиения на классы.

Дана содержательная интерпретация классификации стран на три группы по темпам демографических и экономических изменений. Сделаны выводы о взаимосвязях изучаемых показателей:

1. Уменьшению среднедушевого дохода ниже исходного уровня соответствует снижение коэффициента стабилизации естественного прироста населения (как за счет снижения рождаемости, так и за счет роста смертности).

Можно предположить, что относительное снижение темпов роста среднедушевого дохода на душу населения приводит к снижению рождаемости (при высоких исходных уровнях) и/или увеличению смертности. Механизмом такого кризисного демографического процесса, по мнению ряда экономистов, может быть сверхнеравенство доходов.

2. Даже для поддержания минимального снижения естественного прироста населения (-1,61% в год), по-видимому, необходим рост дохода за десятилетие в среднем в 1,5 раза (или на 5% в год).

3. При стабильных высоких темпах прироста дохода за десятилетие в среднем более чем в 2 раза (или на 12% в год) сохраняются и темпы стабильного естественного прироста населения 0,1% в год (за счет незначительного снижения рождаемости и снижения смертности).

### Динамика вариабельности сердечного ритма при лечении хронической сердечной недостаточности

Е. А. Коваль<sup>1</sup>, О. А. Харченко<sup>2</sup>, С. В. Романенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Днепропетровская государственная медицинская академия, Украина

<sup>2</sup>Украинский государственный НИИ медико-социальных проблем инвалидности

Цель исследования. Изучение динамических изменений вариабельности сердечного ритма (ВСР) при хронической сердечной недостаточности (ХСН) ишемического генеза в зависимости от систолической функции левого желудочка (ЛЖ) и характера базисной терапии.

Материалы и методы. 25 больных с ИБС, осложненной ХСН II–III функционального класса по NYHA, с синусовым ритмом, в возрасте 61±8,1 года, 22 мужчины, находились под наблюдением в течение 6 месяцев. В начале исследования и по окончании периода наблюдения проводилось холтеровское мониторирование (система «Кардиотехника 4000», Россия) с автоматическим расчетом стандартного отклонения длительностей синусовых интервалов NN (SDNN, мс) и коэффициента их вариации (CV, %), как процентного отношения SDNN к средней продолжительности интервалов NN.

Выборка была разделена на 2 группы в зависимости от систолической функции ЛЖ, в качестве маркера которой использовалась фракция выброса (ФВ) ЛЖ, определенная модифицированным методом Simpson по данным эхокардиографического исследования (аппарат «Sonos 7500», Phillips). I группу составили 12 пациентов с систолической дисфункцией ЛЖ (ФВ ЛЖ 39±3,4%, средний возраст 60,5±4,1 года). Во II группу вошли 13 пациентов с сохраненной систолической функцией ЛЖ (ФВ ЛЖ 52,5±9,2%, средний возраст 61,5±10,7 лет).

Больные получали базисную терапию ХСН, включающую ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (ИАПФ), блокаторы β-адренорецепторов (ББ), по показаниям сердечные гликозиды, амлодипин, диуретики.

Статистическая обработка данных проведена с помощью пакета программ «Statistica 6.0». Межгрупповой анализ выполнен с использованием параметрического t-теста для независимых выборок с учетом критерия равенства дисперсий Левена, динамика показателей ВСР оценивалась с помощью t-теста для связанных групп. Данные представлены в формате (M±s), результаты считали статистически значимыми при уровне p<0,05.

Результаты. Больные I и II групп были сопоставимы по возрасту (p = 0,77) и значимо отличались по группирующему признаку (p для ФВ ЛЖ<0,0001). Не было выявлено различий базисной терапии ХСН, оказывающей влияние на динамику ВСР: частота лечения ИАПФ в I и II группах составила соответственно 84 и 100%, ББ — 92 и 62%, дигоксина — 17 и 0%, амлодипина — 50 и 46%, во всех случаях p>0,05.

В группе пациентов с систолической дисфункцией ЛЖ, в сравнении с больными II группы, исходно выявлено статистически значимое угнетение ВСР: значения SDNN составили 82,7±23 мс против 108,6±28,9 мс, p=0,022, CV—9,4±2,5% против 12,4±3,6%, p=0,021. Следует отметить значительное снижение SDNN в I группе в сравнении с существующими для 24-часовых записей популяционными нормами (102–180 мс), в то время как во II группе отмечается лишь пограничная редукция ВСР.

Через 6 месяцев лечения у больных с систолической дисфункцией ЛЖ выявлена нормализация исследуемых показателей: повышение SDNN до 105,4±24,2 мс, CV — до 11,8±2,8%, в сравнении с исходными параметрами I группы p соответственно 0,039 и 0,041. В то же время, во II группе существенных изменений показателей ВСР не произошло, значения SDNN составили 104,2±25,2 мс, CV — 12,4±2,6%, в сравнении с исходными данными p>0,05 для обоих параметров. Таким образом, нормализация автономной регуляции сердечного ритма у пациентов I группы под влиянием базисной терапии привела к исчезновению исходных различий параметров ВСР, связанных с гемодинамическим вариантом ХСН, межгрупповые p к моменту завершения исследования составили 0,9 для SDNN и 0,62 для CV.

Выводы. ХСН сопровождается выраженными нарушениями автономной регуляции сердечного ритма при наличии систолической дисфункции ЛЖ, в то время как при сохраненной систолической функции отмечается тенденция к пограничному снижению уровня вегетативных модулирующих влияний. Базисное лечение ХСН в течение 6 месяцев приводит к нормализации ВСР у больных со сниженной ФВЛЖ, не оказывая существенного влияния на параметры ВСР у пациентов с диастолическим вариантом ХСН.

### Социально-психологическая составляющая информационной технологии анализа психофизиологического состояния учащихся

Л. М. Козак, М. В. Лукашенко

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев

Актуальными являются проблемы, связанные с развитием индивидуума, связанные с изменением системы обучения (лицей, гимназии, колледжи с разной учебной нагрузкой). Особенности такого процесса обучения характеризуются перегрузкой, эмоциональными переживаниями, нервным напряжением, что обуславливает различное психофизиологическое состояние студентов. Разработка информационной технологии экспериментального исследования и определения психофизиологического и психосоциального состояния учащегося включает несколько основных блоков: информационная модель объекта исследования; комплекса экспериментальных методик определения информационных характеристик; комплекса формализованных (относительных и интегральных) количественных оценок; автоматизированный комплекс определения параметров информационной модели; комплекс подходов к математической обработке полученных результатов.

Информационная модель данного объекта исследования включает интеллектуальные, или познавательные психические функции (функции ощущения, восприятия, внимания, памяти и мышления (абстрактного, ассоциативного, логического, операционного и пространственного типов), эмоциональные психические функции, объединяющие импрессию функцию (внутренняя генерация эмоций) и экспрессивную функцию (внешнее проявление генерированных эмоций), нейродинамические функции, являющиеся физиологическим обеспечением психических процессов, и психосоциальные функции, определяющие степень развития характерологических качеств и их активацию при внешнем воздействии окружающей социальной среды.

Взаимосвязь психосоциальных функций, которые являются, с одной стороны, индикаторами межличностных отношений, а с другой стороны, психологической основой этих отношений, с психофизиологическими функциями показывают ориентацию личности как социального существа, взаимозависимость познавательной, чувственной и мотивационной сфер психической деятельности и взаимовлияние этих составляющих психической деятельности внутри комплексной системы, ответственной за психофизиологическое и психосоциальное состояния личности.

Апробация разработанной технологии осуществлялась при изучении психофизиологического и психосоциального состояния учащихся Винницкого медицинского колледжа им. акад. Д. К. Заболотного: 2 группы медико-биологического лица (30 школьников) и 2 группы по специальности «Фармация» (60 учащихся). 3 них: мальчиков — 12, девочек — 78 в возрасте 14–16 лет. Исследование социально-психологической составляющей проводилось на основе результатов тестирования с помощью методики межличностных отношений (тест Т. Лири в модификации Л.Н. Собчик).

Психосоциальные функции определяют степень развития психологических качеств и их активацию при внешнем воздействии окружающей социальной среды. В соответствии с классификацией Т. Лири, выделены восемь основных функций межличностного взаимодействия, основанных на следующих ведущих качествах: доминирование, уверенность в себе, консерватизм, негативизм, уступчивость, зависимость, конформизм, отзывчивость. Эти функции образуют две группы: группу неконформных и группу конформных социальных функций. Информационная модель содержит относительные актуальные и идеальные оценки по восьми октантам — основным функциям межличностного взаимодействия.

Степень выраженности того или иного типа межличностных отношений в первую очередь зависит от интенсивности эмоциональной окраски интерперсонального взаимодействия индивида с окружающими его людьми.

Анализ полученных данных проводился как по абсолютным величинам (в балах), так и в относительных величинах, и с учетом деления всего диапазона возможных изменения показателей (16 баллов) на классы в зависимости от степени выраженности характеристики: 1-й класс — от 1 до 4 баллов, 2-й — от 5 до 8 баллов, 3-й — от 9 до 12 баллов, 4-й — от 13 до 16 баллов. Оценки, находящиеся в пределах первых двух классов, свойственны гармоничным личностям (Собчик Л. Н., 1990), оценки в пределах 3-го класса свидетельствуют об акцентуации свойств, выявляемых данным октантом, оценки 4-го класса свидетельствуют о трудностях социальной адаптации. Низкие оценки по всем октантам могут быть результатом скрытности или не откровенности испытуемого.

По результатам тестирования актуальных и идеальных функций межличностных отношений были определены обобщенные психосоциальные модели как по всей выборке, так и отдельно для групп медико-биологического лица и групп фармакологов, а также их различия. Конфигурация обобщенных моделей психосоциальных функций для исследуемых групп — однотипна с небольшими отличиями. Проведенный корреляционный анализ показателей различных составляющих информационной модели психофизиологического состояния позволил выявить большое число корреляций для эмоциональных и психосоциальных функций.

Сформированная обобщенная психосоциальная модель студентов медико-биологического лица и студентов-фармакологов, включающая актуальные и идеальные социальные функции по восьми октантам и обобщенные функции конформности и неконформности, позволяет количественно оценить социально-психическую составляющую здоровья учащихся.

## Математический анализ пульсограммы

*Н. Г. Кокодий, В. А. Тиманюк*

*Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина*

Одним из наиболее мощных способов анализа состояния здоровья человека является электрокардиограмма. Но для полного ее анализа необходимо провести обработку 12 сигналов с различных точек крепления датчиков. В некоторых случаях осуществить получение всех 12 сигналов затруднительно.

Довольно полную характеристику состояния здоровья человека можно получить при анализе всего одного сигнала — пульса. Изменение ритма сердца — универсальная реакция организма на любое внешнее воздействие. Но традиционно измеряемая средняя частота

сердечных сокращений отражает лишь конечный результат этого воздействия. Одной и той же частоте пульса могут соответствовать различные комбинации реакций организма. Только исследование вариаций сердечного ритма позволяет получить необходимую информацию о процессах, происходящих в организме в ответ на внешнее воздействие. Существенную роль играют медленные изменения сердечного ритма, происходящие в такт с дыханием, небольшие быстрые отклонения частоты пульса от среднего значения, зависимость между предыдущими и последующими значениями периода сердечных сокращений.

Пульсограмма получалась с помощью системы светодиод-фотодиод, между которыми помещался исследуемый объект — палец человека. Измерялся коэффициент пропускания света, проходящего через объект. Измерения проводились в течение 1–5 мин. Сигнал с фотодиода вводился в компьютер, где проводилась его математическая обработка.

Находились:

- средняя частота сердечных сокращений;
- среднее квадратичное отклонение периода от среднего значения;
- закон распределения периода;
- другие статистические характеристики процесса.

Эта информация позволяет провести диагностику состояния организма.

Зависимость частоты сердечных сокращений от времени показывает, что кроме основного периода (около 1 с) и периода, связанного с ритмом дыхания (около 5 с) существует период около 100 с, который связан, по-видимому, с процессами регуляции состояния организма.

Спектральный анализ пульсограммы показал наличие четко выраженных первой, второй и третьей гармоник сигнала (1,15 Гц, 2,30 Гц, 3,45 Гц).

Минимально необходимый объем информации для анализа сигнала должен составлять 300–500 сердечных циклов. Его получение и обработка требует применения вычислительной техники. Исследования подтвердили возможность получения из анализа пульсограммы информации, достаточной для оценки состояния здоровья человека.

Описанный метод получения пульсограммы и ее обработки с помощью математической программы MATHCAD использовался при обучении студентов специальности «Медицинская электроника» радиоприемного факультета Харьковского национального университета и специальности «Лабораторная диагностика» Национального фармацевтического университета.

## Математическая модель развития эпидемии

*Н. Г. Кокодий, В. А. Тиманюк*

*Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина*

Идея математического описания протекания болезни всегда была очень привлекательной. Это давало возможность провести ее анализ и, самое главное, предсказать дальнейший ход. Особенно ценным это может быть при предсказании хода эпидемий. Можно прогнозировать число мест в больницах, количество лекарств, запасенных в аптеках, и т.д.

В настоящей работе оценивается возможность описания процесса протекания эпидемии в закрытой системе с помощью системы дифференциальных уравнений. Реально такой системой может быть населенный пункт с численностью населения от 30 тыс. чел. без интенсивного процесса приезда-отъезда жителей.

Пусть в момент времени  $t=0$  здоровы, но потенциально подвержены заболеванию  $x_0$  человек, больные и являются носителями инфекции —  $y_0$  человек. Заболевание передается при контакте больных со здоровыми. Поэтому число заболевших пропорционально числу носителей инфекции  $u$  и числу людей, восприимчивых

к болезни  $x$ . Если число контактов больных и здоровых, при которых происходит заболевание последних, равно  $\omega$ , то число здоровых за время  $\Delta t$  изменится на величину

$$\Delta x = -\omega x y \Delta t.$$

Знак «минус» означает уменьшение числа здоровых. Следовательно, их количество изменяется со скоростью

$$\frac{dx}{dt} = -\omega x y. \quad (1)$$

Скорость изменения во времени числа больных  $y$  равна скорости увеличения числа заболевших (1) с противоположным знаком за вычетом числа выздоровевших:

$$\frac{dy}{dt} = \omega x y - \frac{1}{\tau} y, \quad (2)$$

где  $\tau$  — время выздоровления.

Скорость изменения числа переболевших и выздоровевших равна:

$$\frac{dz}{dt} = \frac{1}{\tau} y. \quad (3)$$

Таким образом, ход развития эпидемии описывается дифференциальными уравнениями (1)–(3) с начальными условиями

$$x(0) = x_0, \quad y(0) = y_0, \quad z(0) = 0. \quad (4)$$

Решение этой системы уравнений в виде формул получить нельзя, и поэтому нужно применять численные методы. На рис. 1 показаны результаты решения, полученные при следующих исходных данных:

$$\begin{aligned} x_0 &= 9990 \text{ чел.}, & y_0 &= 10 \text{ чел.}, & z_0 &= 0, \\ \omega &= 0,0001 \frac{1}{\text{чел. день}}, & \tau &= 7 \text{ дней}. \end{aligned} \quad (5)$$

Эпидемия достигает максимума на 10-й день. На это время приходится 5789 больных, 1325 здоровых и 2886 выздоровевших. К 30-му дню эпидемия практически заканчивается. В это время больных 472 чел., здоровых — 9528 чел. (из них выздоровевших — 9515).

С помощью этой модели можно исследовать возможность прогноза протекания эпидемии по данным о ее начале.

Идея состоит в следующем. Система уравнений (1)–(2) может быть решена приближенно с помощью разложения функций  $x(t)$  и  $y(t)$  в степенные ряды:

$$x(t) = \sum_{m=0}^{\infty} u_m t^m, \quad y(t) = \sum_{m=0}^{\infty} v_m t^m,$$

где

$$u_m = \begin{cases} x_0 & \text{при } m=0, \\ -\frac{\omega}{m} \sum_{k=0}^{m-1} u_k v_{m-k} & \text{при } m=1, 2, 3, K, \end{cases} \quad (6)$$

$$v_m = \begin{cases} y_0 & \text{при } m=0, \\ -u_m - \frac{1}{\tau} v_{m-1} & \text{при } m=1, 2, 3, K \end{cases} \quad (7)$$

С помощью выражений (6) и (7) можно получить явные выражения для функций  $x(t)$  и  $y(t)$  в течение первых нескольких дней (или недель) эпидемии. Эти выражения как параметры будут содержать величины  $\omega$  и  $\tau$ , характеризующие все протекание эпидемии. Используя метод наименьших квадратов, по имеющимся статистическим данным о ходе начального периода эпидемии определяются эти параметры. После этого, используя уравнения (1)–(3) составляется прогноз о дальнейшем ходе эпидемии.

Проверка описанного алгоритма была проведена по статистическим данным.

## Применение микроскопа-спектроанализатора в медицине

*Н. А. Колтовой*

*Фирма Лабметод, Москва, РФ*

Рассматривается применение оптических спектральных методов в медицине.

Состав комплекса, на котором проводились исследования: микроскоп фирмы Nikon модель E200 и волоконнооптический спектроанализатор. Спектроанализатор с помощью оптического волокна соединяется с микроскопом. С помощью интерфейса USB спектроанализатор соединяется с компьютером. Комплекс предназначен для получения спектров поглощения клеток гистологических и цитологических препаратов на предметных стеклах. Также возможно получение спектров поглощения для живых клеток в чашках Петри. Световод спектроанализатора устанавливается на оптической оси микроскопа. Таким образом клетка, спектр которой необходимо измерить, помещается на оптическую ось микроскопа (в центр поля зрения на перекрестие в окуляре). В реальном масштабе времени не компьютере регистрируется спектр поглощения выбранной клетки. Размер области, с которой регистрируется спектр, можно менять в пределах от 400 нм до 2 мм. Регистрируемый спектральный диапазон — от ближнего ИК (1100 нм) до ближнего УФ (400 нм).

Комплекс позволяет производить тонкую дифференцировку клеток. Распознавание типа клеток осуществляется следующим образом. На этапе обучения снимаются эталонные спектры поглощения для клеток разных типов. Затем для каждого типа клеток строится обобщенный (эталонный) спектр. На этапе распознавания типа клетки регистрируемый спектр сравнивается с эталонными спектрами. На основе простого решающего правила принимается решение о принадлежности клетки к одному из типов.

Можно предположить, что при разных состояниях клетки изменяется ее состав, и следовательно, изменяется спектр поглощения. Таким образом на основе анализа спектра можно пробовать проводить диагностику — доброкачественная клетка или злокачественная. Разумеется, предложенная методика не позволяет решить все задачи. Вопрос ставится по другому — наверняка найдутся задачи, в которых данная методика позволит проводить достоверную диагностику.

Поводом для такой уверенности служат следующие причины:

- количество информации, получаемой спектроанализатором, гораздо больше, чем воспринимает глаз человека;
- спектральная кривая несет в себе гораздо больше информации, чем цвет клетки, воспринимаемый глазом человека;
- спектральные методы изучения клеток применяются уже давно, и их широкое применение сдерживалось только отсутствием необходимых технических средств.

## Анализ невральнoй сенсорной возбудимости в оценке информативности аксонального характера начальных проявлений диабетической полинейропатии у детей

*В. Н. Команцев, А. Ю. Архиреев*

*Институт мозга человека РАН, Санкт-Петербург, РФ*

Несмотря на значительные достижения в компьютерной регистрации и обработке электронейромиографических сигналов оценка невральнoй сенсорной возбудимости при дизметаболических полинейропатиях (ПНП) представляет достаточные трудности до настоящего времени. Значительная индивидуальная вариабельность амплитуды сенсорного потенциала в норме обусловлена методом регистрации (орто- или антидромным), расстоянием между стимулирующим и регистрирующим электродом, позицией электродом над проекцией исследуемого нерва и др. факторами.

Поиск наиболее информативных методических подходов в оценке начальных нарушений невралной возбудимости при диабетической ПНП в условиях проведения исследования на компьютерном электронейромиографе явился целью настоящего исследования.

Обследование проведено 77 детей (40 мальчиков) с сахарным диабетом I типа в возрасте от 6 до 18 лет (средний возраст 13,8 лет) с длительностью основного заболевания 7,7 года (от 3 до 15 лет). Большинство обследуемых не имело клинических проявлений ПНП. Исследование проводили на 2-х канальном электронейромиографе «Нейро-МВП-Микро» фирмы Нейрософт (Россия). Электронейрография (ЭНГ) включала исследование амплитуды сенсорных потенциалов *n.medianus*, *n.radialis*, *n.suralis*, *n.peroneus superficialis* с разных сторон. Регистрация сенсорных потенциалов нервов проводилась по ортодромной и антидромной методике *n.medianus* и *n.peroneus superficialis*; по антидромной методике *n.radialis* и *n.suralis*. Оценка показателей проводилась при сопоставлении их с нормативными данными, полученными при исследовании аналогичных нервов в группе 8 здоровых испытуемых (16 наблюдений суммарно с левой и правой стороны) в возрасте 18–21 года. За патологическое отклонение ЭНГ показателей при-

нимались значения с превышением на 1,5 сигмальных отклонений соответственно верхней или нижней границы нормы. Степень отклонения рассчитывалась по числу сигмальных отклонений от средних нормативных значений.

Полученные результаты показали, что степень патологического отклонения амплитуд сенсорных потенциалов значительно различалась для разных нервов и типов методики стимуляции (орто-, антидромной), а также зависела от расстояния между стимулирующим и отводящим электродами (табл. 1). Наиболее часто патологическое снижение амплитуды сенсорного потенциала отмечалось на более близком расстоянии от стимулирующего электрода как при ортодромной, так и при антидромной методике с 2-х кратным преобладанием падения амплитуд на нижних конечностях по сравнению с верхними. Данные стимуляции срединного нерва по антидромной методике показали, что укорочение расстояния на 30 мм (со 165 до 135 мм) повышало выявляемость патологического снижения амплитуды в 3 раза. В то же время увеличение расстояния на 60 мм (со 140 до 200 мм) при антидромной методике стимуляции малоберцового нерва приводило к отсутствию патологического снижения амплитуды по сравнению с 31,3% выявления на ближнем расстоянии.

Табл. 1.  
Показатели абсолютных значений и процент выявления патологического снижения амплитуд сенсорных потенциалов при диабетической ПНП

Нервы	Метод	Малое регистрационно-стимуляционное расстояние				Большое регистрационно-стимуляционное расстояние			
		S (мм)	Амп. здор. ( $M \pm \sigma$ )	Амп. СД ( $M \pm \sigma$ )	%	S (мм)	Амп. здор. ( $M \pm \sigma$ )	Амп. СД ( $M \pm \sigma$ )	%
М/берцовый	Орт	140	5,4±2	3,83±2,1	31,3	380	1,3±0,7	1,4±0,4	0
М/берцовый	Ант	140	11,4±4,2	8,6±3,7	17,8	200	2,2±1,3	2,3±1,2	0
Срединный	Орт	135	17,3±5,5	14,5±5,6	14,7	360	3,2±1,3	3,3±1,7	6,7
Срединный	Ант	135	43,3±8,9	43,1±12,3	10,3	165	26,6±9,2	27,5±9,7	3,4
Лучевой	Ант	100	26,7±6,0	21,5±6,6	26,3	~	~	~	~
Икроножный	Ант	100	30,6±6,3	21,3±9,7	45,6	~	~	~	~

Примечание. Орт — ортодромный, Ант — антидромный, S — расстояние, Амп — амплитуда, здор — здоровые.

Использование минимального расстояния между стимулирующим и регистрирующим электродом (100 мм) при стимуляции лучевого и икроножного нервов позволило повысить частоту выявления патологического сенсорного потенциала до 45,6% у больных с сахарным диабетом. Ограничивающим фактором в использовании минимального регистрационно-стимуляционного расстояния являлся артефакт раздражения. Сравнение частоты патологического снижения амплитуд при разной методике стимуляции показало, что наиболее информативными являются результаты, получаемые при ортодромной методике стимуляции (табл. 1). Для срединного нерва информативность возрастала 10,3% до 14,7%, а для малоберцового нерва с 17,8% до 31,3%. Вне зависимости от методики стимуляции чаще патологические проявления выявлялись на нервах нижних конечностях. Оценка выраженности патологического снижения амплитуд сенсорных потенциалов в единицах среднего значения сигмального отклонения показала, что она в меньшей степени зависела от метода стимуляции (1,8σ–1,9σ), преобладала в нижних конечностях (2,4σ–1,9σ) и при малом регистрационно-стимуляционном расстоянии (2,1σ–1,7σ).

Таким образом, использование сигмального отклонения от средних нормативных значений является надежным показателем оценки частоты и степени снижения амплитуд сенсорного потенциала периферических нервов, и может использоваться в режиме on-line на основе компьютерной обработки параметров сенсорных ответов. Для повышения информативности обследования детей с начальными проявлениями диабетической ПНП методика проведения исследования сенсорной невралной

возбудимости должна включать регистрацию потенциалов на минимальном регистрационно-стимуляционном расстоянии ортодромным методом стимуляции в первую очередь с исследованием нервов на нижних конечностях.

### Вариабельность ритма сердца и гипоксический стресс: возрастные особенности

*О. В. Коркушко, А. В. Писарук, Э. О. Асанов, Н. Д. Чеботарёв*  
Институт геронтологии АМН Украины, Киев, Украина

Как показывают данные многочисленных исследований, в процессе старения устойчивость организма к действию гипоксического стресса снижается. В ответ на гипоксический стимул происходит компенсаторное усиление функций дыхательной, сердечно-сосудистой, симпатоадреналовой и других систем организма. Немаловажное значение в развитии компенсаторных реакций на гипоксию имеет вегетативная регуляция. Проведенные нами ранее исследования показали, что при старении происходят изменения вегетативной регуляции, которые проявляются в снижении variability ритма сердца (BPC) преимущественно за счет низкочастотного (LF) и высокочастотного (HF) компонентов. Это свидетельствует об уменьшении парасимпатической активности и нарушении барорефлекторной регуляции сердечно-сосудистой системы. Возрастные изменения вегетативной регуляции могут играть роль в снижении устойчивости к гипоксии у людей пожилого возраста. В то же время, изменения вегетативной активности при

гипоксическом стрессе у пожилых людей изучены недостаточно.

Цель: выяснить возрастные особенности вегетативной регуляции ритма сердца при гипоксии.

Объект: практически здоровые молодые (20–29 лет, 26 чел.) и пожилые (60–74 лет, 30 чел.) люди.

Методы: состояние изокапнической нормобарической гипоксии вызывалось вдыханием газовой смеси со сниженным содержанием кислорода (12% O<sub>2</sub> и 88% N<sub>2</sub>) в течение 20 мин.

Вегетативную регуляцию изучали методом анализа ВРС с помощью монитора фирмы «ЮТАС». Анализ ВРС выполнен в соответствии с международными стандартами. Рассчитывалась мощность компонент сердечного ритма в трех диапазонах частот: 0,15–0,4 Гц (высокочастотные колебания, HF), 0,04–0,15 Гц (низкочастотные колебания, LF) и 0,003–0,04 Гц (очень низкочастотные колебания, VLF). Расчет спектра проводился для 5 минутной записи RR-интервалов при дыхании воздухом и с 15 по 20 минуты дыхания гипоксической газовой смесью. В соответствии с общепринятыми представлениями мощность HF-колебаний отражает парасимпатическую активность, а отношение LF/HF является показателем симпатовагального баланса. VLF-колебания зависят от многих факторов нейрогуморальной природы.

Результаты: результаты анализа изменений ВРС при гипоксии показали следующее. При гипоксическом стрессе происходит достоверное снижение всех спектральных компонентов ВРС у молодых людей. Так, снижение HF-колебаний свидетельствует о торможении вагусной активности ( $\Delta HF = -81,9 \pm 19,5 \text{ мс}^2$ , сдвиги достоверны,  $p < 0,05$ ), LF-колебаний — о снижении барорефлекторной активности ( $\Delta LF = -81,4 \pm 38,3 \text{ мс}^2$ , сдвиги достоверны,  $p < 0,05$ ). У пожилых людей также происходят изменения спектральных показателей ВРС. При этом у них имеется тенденция к снижению LF-колебаний ( $\Delta LF = -40,3 \pm 29,6 \text{ мс}^2$ ), и достоверно снижаются HF-колебания ( $\Delta HF = -50,4 \pm 18,5 \text{ мс}^2$ , сдвиги достоверны,  $p < 0,05$ ). Симпатовагальный баланс и у молодых, и у пожилых людей смещается в сторону преобладания симпатического отдела вегетативной нервной системы. Такие изменения ВРС характерны для состояния стресса. В тоже время, анализ полученных данных показал, что у пожилых людей сдвиги вегетативного баланса в ответ на гипоксию достоверно больше ( $\Delta LF/HF = 0,10 \pm 0,04$  и  $0,79 \pm 0,19$ , у молодых и пожилых,  $p < 0,05$ ).

Выводы: в ответ на гипоксический стресс как у молодых, так и у пожилых людей происходит активация симптоадреналовой системы и сдвиг симпатовагального баланса в сторону преобладания симпатической активности. При этом у пожилых людей развивается более выраженная симпатическая активность, что отражает напряженность у них симптоадреналовой системы и снижение устойчивости к гипоксии.

### Функция эпифиза и вариабельность ритма сердца в пожилом возрасте

*О. В. Коркушко, А. В. Писарук, В. Б. Шатило*  
Институт геронтологии АМН Украины, Киев

Известно, что мелатонинообразующая функция эпифиза играет важную роль в регуляции суточных ритмов вегетативной нервной системы. Ранее нами было установлено, что при старении снижается ночная продукция мелатонина эпифизом и уменьшается парасимпатическая активность в ночное время суток. Однако связь между секрецией мелатонина и вариабельностью ритма сердца (ВРС) не исследовалась.

Цель: изучить зависимость ВРС от состояния мелатонинообразующей функции эпифиза у пожилых людей.

Объект: здоровые пожилые люди (60–74 года, 30 человек).

Методы: суточное мониторирование ЭКГ и анализ ВРС в дневное и ночное время суток с помощью холтеровской системы ДиаКард 2.0 (Солвейг, Украина). Для анализа волновой структуры сердечного ритма использовался метод расчета, базирующийся на преобразо-

вании Фурье и позволяющий определить степень выраженности колебательных компонент сердечного ритма: HF, LF и VLF. Расчет спектра проводился для всех 5-ти минутных стационарных участков кардиограммы, с последующим расчетом среднечасовых, средненедельных и средненочных значений показателей.

Концентрацию мелатонина в плазме крови определяли в 9 ч утра, 15 ч дня, 21 ч вечера и 3 ч ночи радиоиммунным методом с использованием стандартных наборов фирмы «DPC» (США) в соответствии с прилагаемой инструкцией.

Результаты: при анализе индивидуальных суточных ритмов у здоровых пожилых людей выявлены низкоамплитудный (у 22-х из 30-ти чел.) и высокоамплитудный (у 8 из 30 чел.) ритмы концентрации мелатонина в плазме крови. Низкоамплитудный ритм характеризуется отсутствием значительного ночного подъема концентрации мелатонина в плазме крови (ниже 40 нг/л) и соотношением между концентрацией мелатонина в 3 ч ночи и 15 ч дня от 2-х до 7-ми. Высокоамплитудный ритм отличается значительным повышением концентрации мелатонина в плазме крови ночью (более 40 нг/мл), а также соотношением между концентрацией гормона ночью и днем выше 7.

Полученные нами данные свидетельствуют, что акрофаза суточного ритма концентрации мелатонина в плазме крови совпадает с акрофазами суточных ритмов спектральных показателей ВРС. Все эти ритмы имеют максимумы в 3–4 ч ночи. Это означает, что суточные ритмы мелатонинообразующей функции эпифиза у пожилых людей синхронизированы с суточными ритмами ВРС.

В то же время обращает внимание, что амплитуда суточного ритма высокочастотной (HF) компоненты ВРС значительно меньше у тех пожилых людей, которые имели сниженную мелатонинообразующую функцию эпифиза. Это свидетельствует о том, что парасимпатическая активность в течение суток и, особенно ночью, у них меньше, чем у пожилых людей с сохраненной функцией эпифиза.

У пожилых людей с сохраненной мелатонинообразующей функцией эпифиза, наоборот, наблюдались отчетливо выраженные суточные ритмы показателей вегетативной регуляции, которые характеризовались достоверным повышением парасимпатических влияний на сердечно-сосудистую систему в темное время суток.

Вывод: полученные результаты свидетельствуют о том, что сохранение функциональной активности эпифиза в пожилом возрасте является одним из факторов, определяющих нормальные суточные ритмы вегетативной нервной системы, а значит и более высокие адаптационные возможности организма.

### Некоторые методы контроля энерго-информационных свойств водных растворов

*В. Д. Королёв, Ю. М. Пенкин*

Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина

Несмотря на единую молекулярную формулу, вода характеризуется различными энерго-информационными свойствами [Королёв В. Д., Пенкин Ю. М., 2005]. Тот факт, что вода обладает памятью о различных энергетических воздействиях и является носителем информации, в последнее время получает все большее признание в научных кругах. Показано, что даже после полной химической очистки воды от содержащихся примесей, в ней сохраняется информация об этих веществах. Представляют интерес исследования качественно новых информационных свойств воды. Для этого, в первую очередь, необходимо определить экспериментальные методы контроля этих свойств водных растворов. В данной работе предпринята попытка дать предварительный обзор известных методов такого типа.

#### 1. Спектральные методы.

**1.1. Метод ЯМР.** Спектральные характеристики водных растворов в заданном диапазоне частот возможно исследовать

с помощью метода ядерного магнитного резонанса (ЯМР), который характеризуется резонансным поглощением радиоволн спиновой ядерной системой исследуемого вещества во внешнем магнитном поле. В 1972 году на основе использования этого метода был создан компьютерный томограф. В результате компьютерной обработки сигналов ЯМР на томографе получают цветковые изображения, удобные для их последующего анализа и интерпретации экспериментальных данных. Спектроскопия ЯМР позволяет определять молекулярную структуру вещества, изучать диссоциацию, реакции обмена, процессов образования водородных связей и др. Следует отметить, что этим методом возможно исследовать процессы с небольшой продолжительностью жизни, которые не поддаются изучению другими методами именно из-за их быстротечности.

**1.2. Протонный магнитный резонанс.** Метод протонного магнитного резонанса (ПМР) является одной из модификаций метода ЯМР, который также успешно используется для исследований структурных свойств воды.

**1.3. Спектрофотометрический метод.** В рамках этого метода выделяют инфракрасную, видимую и ультрафиолетовую части спектра. Регистрация дисперсии инфракрасного излучения в воде позволяет получить информацию о ее кластерном состоянии.

## **2. Метод газоразрядной визуализации.**

Метод газоразрядной визуализации (ГРВ) основывается на эффекте Кирлиан. Российскими изобретателями — супругами Кирлиан в 50-е годы был разработан прибор, позволяющий регистрировать свечение, возникающее вокруг живых и неживых объектов при их помещении в высокочастотное электромагнитное поле. Основные преимущества метода ГРВ в относительной простоте его реализации. Однако в настоящее время возможен только качественный анализ фиксируемых изображений. Этот метод может использоваться совместно с другими как дополняющий метод контроля. Известны первые попытки разработок компьютерных систем распознавания образов, которые могут анализировать кирлиан-изображения.

## **3. Микрофотометрические методы.**

Среди этого типа методов, прежде всего, следует выделить метод наблюдения кристаллизации водных растворов Эмосиро Ямото. Этот метод достаточно подробно проиллюстрирован в работах [Королёв В. Д., Пенкин Ю. М., 2005; Эмото Масару, 2005.] Отметим, что этот метод следует отнести к методам качественного контроля, поскольку интерпретация симметрии структуры наблюдаемых изображений требует дополнительных исследований. Также нельзя забывать, что анализируется в данном случае необъемное двумерное изображение. В этом смысле дальнейшее развитие метода представляется в создании компьютерной системы диагностики изображений трехмерных кристаллических структур замороженных водных растворов.

## **4. Методы контроля электрических и магнитных свойств воды.**

Существует ряд методов контроля электрических и магнитных свойств воды. Метод измерения проводимости воды осуществлялся как по постоянному току, так и для различных частот радиодиапазона. Было установлено, что проводимость дистиллированной воды по постоянному току очень мала и составляет около  $2 \cdot 10^{-4}$  См/м. Однако при малейшем загрязнении воды эти предельно низкие значения проводимости сразу переходят в значительные. Так, вода в природных озерах имеет проводимость порядка  $10^{-3} - 10^{-2}$  См/м.

Диэлектрическая проницаемость талой воды при постепенно меняется во временном интервале 264–750 с в диапазоне 74–81. В некоторых случаях с повышением температуры ее электропроводность изменяются не плавно, а ступенчато. Было обнаружено, что вода, вращающаяся при наличии водоворота по часовой стрелке, образует собственное магнитное поле индукцией 0,07 Гс и становится постоянным магнитом.

Выводы. Существует достаточное многообразие экспериментальных методов, которые могут быть использованы для контроля

энерго-информационных свойств водных растворов. Однако большинство из них носит качественный или косвенный характер. В ряде методов при исследованиях образцы воды подвергаются достаточно сильному энергетическому воздействию, что в свою очередь может приводить к изменению их первоначальных информационно-структурных свойств. Эти причины не позволили до настоящего времени создать валидированные методики измерений. При создании экспериментальной установки для контроля энерго-информационных свойств водных растворов необходимо, прежде всего, учитывать, что она одновременно должна объединять несколько альтернативных методов исследований, а также в методиках измерений должны быть использованы подходы с минимальным энергетическим воздействием на образцы воды.

## **Компьютерная система автоматизации медико-фармацевтического эксперимента**

**В. Д. Королев, Ю. М. Пенкин, Г. И. Хара**  
Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина

Современный уровень автоматизации экспериментальных исследований немалым без использования цифровой обработки сигналов с помощью вычислительных устройств. В настоящее время в продаже имеется широкий ассортимент компьютерных систем сбора данных, ориентированных на решение самых разнообразных задач ([www.rudshel.ru](http://www.rudshel.ru)). К сожалению, большинство этих систем непригодны для медицинских и фармацевтических исследований из-за несоблюдения специфических стандартов контроля биологических параметров человека. К тому же, системы, выпускаемые фирмами дальнего зарубежья, слишком дороги и практически недоступны большинству исследователей. В работе предлагается сравнительно простая и недорогая система, выполняющая функции сбора данных и управления технологическими параметрами медицинского или фармацевтического эксперимента.

Предлагаемая система, блок-схема которой приведена на рисунке, включает в себя: аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с масштабирующими усилителями, микропроцессорный контроллер с адаптером связи с ПЭВМ, ПЭВМ с программным обеспечением.

Основу системы сбора данных составляет АЦП с коммутатором каналов. В качестве АЦП выбрана интегральная микросхема ADS-7816. Данный АЦП допускает частоту дискретизации аналогового сигнала до 500 кГц при разрешении 12 бит (шкала измерения 4096 делений). Преобразователь позволяет измерять аналоговые сигналы (напряжение) амплитудой 0...200 милливольт с применением масштабирующих усилителей или 0...5 вольт при подключении датчиков без усиления. Количество каналов сбора данных определяется аналоговым коммутатором. В описываемой реализации используется 4-х канальный коммутатор (74HC4052) с дифференциальными входами. Кроме измерения амплитуд входных сигналов в состав блока АЦП входит отдельный канал измерения температуры. Этот канал позволяет контролировать температуру с точностью до 0.1оС в 32-х точках. Для измерения температуры в диапазоне -50...+120оС целесообразно применять специализированные цифровые датчики DS18B20. Характерной особенностью этих датчиков является возможность их параллельного включения. На одну двухпроводную линию можно подключать практически неограниченное количество этих датчиков, что в большинстве случаев позволяет заменить сложный и неудобный в эксплуатации тепловизор. Для измерения артериального давления фирмой Motorola выпускаются специализированные датчики давления. Кроме того, различными фирмами выпускаются автоматизированные тонометры (например, фирма Nissei). Незначительная доработка этих приборов позволяет включать их в системы автоматизированного сбора и обработки информации. Ряд исследований связан с измерением электрических потенциалов различных участков тела человека (электрокардиограммы, электроэнцефалограммы и т.п.). Для по-



Рис. 1. Блок-схема системы автоматизации эксперимента.

лучения этой информации достаточно применения измерительных электродов и специализированных измерительных усилителей. Важной частью медико-фармацевтических исследований является измерение физических и химических характеристик растворов (рН, Eh,  $\mu\text{H}$ , проводимость и др.) Такие датчики-преобразователи также выпускаются промышленными фирмами ([www.sensog.ru](http://www.sensog.ru)). К входам предлагаемого устройства сбора данных можно подключать датчики всех перечисленных типов.

Микропроцессорный контроллер (МК), входящий в состав системы, выполняет следующие функции: управление работой АЦП и коммутатора, передача собранных данных на ПЭВМ, прием от ПЭВМ команд управления процессами, синхронизация процесса измерения во времени и формирование временных меток. МК построен на базе универсального микропроцессора AT89S8252, применение которого позволяет осуществить программное управление процессом эксперимента. При программировании сбора данных имеется возможность изменять порядок выборки входных сигналов и частоту выборки каждого канала. Настройка управления осуществляется по командам с ПЭВМ экспериментатором. МК осуществляет связь с ПЭВМ по интерфейсу RS-232. В целях снижения уровня помех от блока питания ПЭВМ, а также для обеспечения безопасности компьютера используется гальваническая развязка МК и ПЭВМ посредством оптопар.

Кроме ввода и оцифровки аналоговых сигналов для автоматизации эксперимента необходимо, как правило, обеспечить прием

и запись цифровых сигналов (сигналы компараторов схем сравнения, таймерные датчики и др.). Автоматизация подразумевает также включение и выключение различных устройств, посредством выдачи управляющих цифровых сигналов. Описываемое устройство позволяет, кроме аналоговых, принимать также и цифровые данные (дополнительно 8 цифровых входов). Для управления внешними устройствами имеется возможность выдавать управляющие сигналы по восьми линиям. Программное обеспечение ПЭВМ дает возможность осуществлять запись собираемых данных в файлы на жестком диске и наблюдать в реальном времени графики изменения измеряемых параметров. В качестве формата для хранения собранных данных выбран текстовый. Это позволяет импортировать полученные данные в известные программами обработки результатов (Microsoft Excel, ORIGIN, Statistika и др.).

Предлагаемое устройство использовалось, в частности, для исследования действия гипотензивных препаратов на артериальное давление человека. Измерения производились с интервалом в 15 минут в течение 4-х часов. Для измерений использовался автоматизированный тонометр DS-180. Параллельно кнопке «Start/stop» подсоединялось электромагнитное реле, что позволило производить включение тонометра дистанционно. После завершения измерения цифровые данные снимались с линий подсветки индикатора. Проведенное таким образом предварительное тестирование устройства подтвердило, что предлагаемая система может использоваться для автоматизации медико-фармацевтических экспериментов.

## Информационный индекс состояния системы внешнего дыхания

**А. Б. Котова, И. А. Микульская, О. Г. Пустовойт, В. М. Белов**  
Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев

**Введение.** В настоящее время пристальное внимание уделяется изучению приземного озона как одного из загрязнителей, влияющих на здоровье жителей мегаполисов. Для решения проблемы «Влияние озона на здоровье человека» вполне оправданно в качестве системы-мишени рассматривать физиологическую систему внешнего дыхания (СВД).

**Постановка задачи.** Разработать информационный индекс (ИИ) состояния СВД с использованием информационных технологий (ИТ), разработанных в нашем Центре: метод нормированной унификации разнокачественной информации (МНУРИ) и иерархической свертки показателей в процессе синтеза комплексной оценки состояния (ОС).

**Технология получения первичного массива данных.** В качестве тестов, позволяющих исследовать функциональные возможности СВД, будем использовать пробы Штанге и Генчи, которые основываются на времени (Т) задержки дыхания на вдохе и выдохе. Приведем краткое описание этих проб.

**Проба Штанге.** Испытуемый в положении сидя делает глубокий вдох и выдох, закрывает рот, (и одновременно зажимает пальцами нос), задерживает дыхание (секундомер включается в конце вдоха). Здоровые нетренированные люди способны задерживать дыхание на 40–55 сек., физкультурники — на 60–90 сек. и более.

Проба Генчи заключается в задержке дыхания после выдоха. Здоровые нетренированные люди способны задерживать дыхание 25–30 сек., хорошо подготовленные люди — 40–60 сек. и дольше.

Таким образом, в описании проб указаны границы нормального функционирования СВД по времени задержки дыхания, есть также возможность выделения всего размаха показателя от  $T_{\min}$  до  $T_{\max}$ .

**ИТ построения информационного индекса состояния СВД.** Для получения информационных показателей состояния СВД по отдельной пробе необходимо провести преобразование натуральных показателей в унифицированную относительную форму. Это позволяет сделать упомянутая выше ИТ МНУРИ [Котова А. Б., Белов В. М., Пустовойт О. Г., 2005] при наличии следующих условий: — необходимо располагать данными о нахождении показателя на шкале его изменения; — о полном диапазоне его возможных значений; — о диапазоне его нормального функционирования. Процедура состоит в соотношении натурального значения показателя со шкалой полного размаха его изменения и диапазоном нормы. В результате получим нормированную унифицированную оценку состояния системы по данному показателю — информационный индекс (ИИ).

Процедура синтеза ОС СВД по отдельной пробе приведена в [Котова А. Б., Белов В. М., Микульская И. А., Пустовойт О. Г., 2006], где рассмотрены 2 варианта расчета ИИ состояния СВД: — показатель Т попадает в интервал  $[T_{\min}^H - T_{\min}^H]$ , и тогда ОС говорит о степени отклонения от нормального функционирования; — показатель Т лежит в интервале нормы  $[T_{\min}^H - T_{\max}^H]$ , и тогда оцениваются резервы нормального функционирования системы по этому показателю.

Комплексную ОС — информационный индекс СВД ( $\Delta_k$ ) будем синтезировать, используя *иерархическую свертку показателей* в виде линейно взвешенной суммы, используя оценки по пробам Штанге ( $\Delta_{Ш}$ ) и Генчи ( $\Delta_T$ ):

$$\Delta_k = \alpha_1 \Delta_{Ш} + \alpha_2 \Delta_T \quad (1)$$

где  $\alpha_1, \alpha_2$  — весовые коэффициенты.

Обоснуем выбор весовых коэффициентов в формуле (1). Обычно значения весовых коэффициентов выбираются экспертным путем, базирующемся на знаниях экспертов. Нами разработан *алгоритмический метод*, базирующийся на соотношении среднестатистической нормы  $[T_{\min}^H - T_{\max}^H]$  и всей шкалы изменения конкретного показателя  $[T_{\min} - T_{\max}]$ . Тогда весовой коэффициент  $\gamma$  определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{T_{\min}^H - T_{\max}^H}{T_{\min} - T_{\max}} \quad (2)$$

Рассчитаем значения  $\alpha_1, \alpha_2$  по формуле (2). В результате расчета получим  $\alpha_1 = 0,625$  и  $\alpha_2 = 0,7$ .

Проведем нормирование весовых коэффициентов для расчета  $\Delta_k$  (формула (1)), что позволит ввести изменение ИИ СВД в интервал от 0 до 1. Нормированный весовой коэффициент  $\alpha_1^{норм}$  рассчитывается по следующей формуле:

$$\alpha_1^{норм} = \alpha_1 / \sum \alpha_i$$

Получаем:  $\alpha_1^{норм} = 0,44$ ;  $\alpha_2^{норм} = 0,56$ .

В результате формула для расчета ИИ состояния СВД по пробам Штанге и Генчи приобретает следующий вид:

$$\Delta_k = 0,44\Delta_{Ш} + 0,56\Delta_T$$

В заключение отметим, что синтезированные ИИ после предварительного формального шкалирования диапазона отклонения от нормального функционирования СВД и физиологически верифицированного шкалирования в границах нормы позволяют выносить вербально-количественные заключения о состоянии СВД, судить о резерве здоровья испытуемых, о степени их тренированности, т.е. получать новое знание о состоянии организма.

### Автоматизированная система для бесконтактной диагностики глазной патологии

*М. Л. Кочина, В. Г. Калиманов*  
ХГМУ, Харьков, Украина

Цель: Разработка метода исследования структурно-функционального состояния экстраокулярных мышц глаза и автоматизированной системы для диагностики их патологии.

Объект: интерференционные картины глаза при разном состоянии экстраокулярных мышц.

Результаты: Создание новых бесконтактных устройств и комплексов для диагностики патологии глаза является актуальной задачей. Перспективным направлением является создание автоматизированной диагностической системы, принцип действия которой основан на исследовании поляризационно-оптических свойств роговицы живого глаза. При исследовании роговицы в поляризованном свете на ней наблюдается интерференционная картина, параметры которой зависят от силы действия и места прикрепления к склере экстраокулярных мышц и величины внутриглазного давления, что позволяет использовать ее для диагностики глазной патологии. Для автоматизации диагностики необходимо получить качественное изображение интерференционной картины живого глаза, определить ее информативные параметры и сравнить их с эталонными. По результатам сравнения ставится предварительный диагноз. Таким образом, при создании диагностической системы работа проводится в нескольких направлениях: 1. разработка метода определения состояния экстраокулярных мышц

по интерференционным картинам и формирование представления о значениях их параметров в норме и при патологии; 2. разработка структурной схемы системы; 3. разработка программного обеспечения работы системы. Предлагаемый метод определения состояния экстраокулярных мышц основан на анализе формы интерференционных картин, наблюдаемых на роговице живого глаза в поляризованном свете. Поляризационно-оптические (ПО) свойства роговицы обусловлены, как структурой и свойствами роговичного коллагена и взаиморасположением его волокон в роговице, так и механическими напряжениями в ней. Напряжения возникают из-за растягивающего действия на роговицу экстраокулярных мышц и внутриглазного давления. При освещении живого глаза поляризованным белым светом на роговице наблюдается цветная интерференционная картина в форме ромба, углы которого располагаются на горизонтальном и вертикальном диаметрах глаза. В норме картина достаточно симметричная. Наши многолетние исследования здоровых пациентов и лиц с различными видами косоглазия позволили установить, что при аномалиях действия или смещения места прикрепления экстраокулярных мышц к склере форма картины существенно меняется. Углы ромба смещаются аналогично смещению места прикрепления мышц, геометрические параметры ромба асимметрично искажаются. На стороне действия ослабленной мышцы уменьшается величина соответствующего отрезка диагонали и увеличивается угол, на стороне действия усиленной мышцы угол уменьшается, но увеличивается длина соответствующего отрезка диагонали. Численные значения геометрических параметров интерференционных картин при различных видах патологии экстраокулярных мышц нами установлены. Аналогично, при длительной работе на близком расстоянии, когда экстраокулярные мышцы обеспечивают конвергенцию, форма картины, также, меняется. На стороне сокращенных мышц наблюдается уменьшение величины угла и удлинение соответствующего отрезка диагонали интерференционного ромба, на стороне расслабленной мышцы, наоборот, увеличение угла и укорочение отрезка диагонали. Если в процессе выполнения зрительной задачи работал только один глаз, то параметры интерференционных картин правого и левого глаз будут существенно различаться. По информации, полученной на основании анализа интерференционных картин, можно установить вклад каждого из глаз в выполнение зрительной задачи. Кроме того, анализируя динамику параметров интерференционных картин можно исследовать особенности функционирования экстраокулярных мышц при решении конкретной зрительной задачи, что, в свою очередь, позволяет установить механизмы адаптации зрительной системы человека к нагрузке. Это особенно важно при регламентации визуально действующих факторов, например, компьютерных игр разного вида, миниатюрных электронных развлечений, печатных текстов с разными параметрами оформления и др.

Для исследования ПО свойств роговицы разработана автоматизированная система, структурная схема которой представлена на рис.1.

На рис.1 ФОСП — фотоофтальмоскоп поляризационный, который служит для формирования интерференционной картины на роговице глаза и передачи ее изображения на ПЭС. ПЭС — устройство, осуществляющее получение и преобразование оптического сигнала. ПЭС — камера воспринимает и накапливает идущие от объекта частицы света (фотоны) и преобразовывает их в электрические заряды, считывая которые можно восстановить изображение объекта. Через ФОСП изображение интерференционной картины попадает на ПЭС-камеру, а затем в ЭВМ. Первоначально происходит снижение исходного объема информации, что осуществляется путем программной фильтрации и выделения наиболее информативных элементов интерференционных картин — контурных линий. Достигнутое сокращение объема информации облегчает дальнейшие операции с изображением. После создания образа объекта с помощью ЭВМ вычисляются различные параметры полученной фигуры (координаты центра, площадь, периметр, радиусы дуг окружностей,

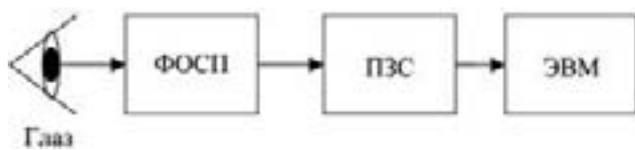


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы для исследования ПО свойств роговицы глаза.

диагонали интерференционного ромба и др). Далее, в зависимости от поставленной задачи, возможны различные операции с полученной информацией: сравнение с эталонами, сравнение с исходными параметрами при исследованиях в динамике, вычисление коэффициентов симметрии и др.

Выводы: использование ПО метода в задачах медицинской диагностики позволяет получить объективную информацию о структурно-функциональном состоянии экстраокулярных мышц.

### Использование факторного анализа и нейросетевых технологий для анализа результатов исследования функциональных показателей зрительной системы детей и подростков

*М. Л. Кочина, А. В. Яворский, С. Н. Лад*

*ХНУРЭ, Харьков, Украина*

*ХГМУ, Харьков, Украина*

Цель: определение механизмов адаптации зрительной системы детей к визуальной нагрузке в процессе обучения в школе.

Объект: функциональные показатели зрительной системы 2800 детей и подростков.

Методы: для исследования механизмов адаптации зрительной системы к визуальной нагрузке в динамике обучения в школе был использован факторный анализ и разработаны разные конфигурации нейронных сетей на основе перцептрона. Для анализа были использованы такие показатели как: возраст, пол, острота зрения, положительные резервы аккомодации, положение ближайших точек ясного зрения и конвергенции, учитывались результаты анкетирования, содержащие информацию о наследственной предрасположенности детей к близорукости, о сроках начала чтения, о длительности контактов с визуальными действующими факторами.

Результаты: В настоящее время отмечено значительное снижение зрительных функций у детей и подростков. Такая ситуация обусловлена комплексом факторов, связанным, как со значительным усложнением визуального окружения современного человека, так и с ухудшающейся экологической ситуацией. Прогнозирование динамики состояния зрительной системы в процессе роста детей школьного возраста является не только медицинской, но и социальной задачей, поскольку снижение зрительных функций приводит к ограничениям в выборе профессии, к негодности к службе в армии, может стать причиной инвалидности по зрению.

Для построения модели прогноза успешности формирования зрительной системы детей и подростков по исходным параметрам, с учетом влияния внешних факторов, было проведено обучение нейронной сети. В качестве обучающей информации были использованы результаты исследования зрительных функций одних и тех же детей в процессе роста (с интервалом 2–3 года). В результате были получены сети разной конфигурации для разных показателей, которые позволяют по исходным функциональным показателям ребенка прогнозировать возможные нарушения, что будет служить указанием для специалистов о необходимости проведения профилактических мероприятий.

Использование факторного анализа позволило исследовать взаимосвязи функциональных показателей зрительной системы, определить их зависимости от возраста обследованных детей и подростков. Анализ динамики конфигурации факторных структур функциональных показателей зрительной системы в процессе

роста детей позволил выявить механизмы адаптации к визуальной нагрузке.

Выводы: полученные на основании разных методов анализа данных модели формирования зрительной системы в процессе роста детей позволяют разработать эффективные меры профилактики зрительных расстройств.

### Модернізація шістнадцятирічної системи числення

*В. В. Левенець*

*Національний фармацевтичний університет України, Харків*

Широке розповсюдження обчислювальної техніки (ОТ) потребує підготовки спеціалістів для реалізації практичних задач у різних галузях державного господарства, у тому числі в медицині та фармації. Розробка систем медичного та фармацевтичного призначення, невід'ємна частина яких є програмне забезпечення (ПЗ), неможлива без участі медиків чи фармацевтів. Найчастіше фахівці медицини та фармації не мають достатньої підготовки з програмування, тому деякі питання їм належить освоїти самостійно. Суттєві труднощі виникають при використанні 16-річної системи числення (СЧ16), насамперед тому, що в ній для означення чисел більших за 9, застосовані букви латиниці.

Автором пропонується нова система позначень чисел СЧ16 — модифікована СЧ16м, що дозволяє частково спростити арифметичні дії з ними. Досягається це зміною положення цифр десяткової системи числення (СЧ10) і використання їх в шістнадцятирічній модифікованій системі числення. Відомо, що позиційні СЧ, які використовують в ОТ, оперують не з десятковою основою — «10» (СЧ10), а основою «2», тобто 2,8,16СЧ. В практичній же діяльності людина найчастіше користується СЧ10. У зв'язку з цим необхідно навчитись швидко перетворювати СЧ<sub>р</sub> ↔ СЧ10, де  $p$  — основа СЧ. Чим простіше процес перетворення, тим швидше ним оволодівають і краще засвоюють. При  $p < 10$  перетворення прості, бо кількість цифр в перетворюваній СЧ<sub>р</sub> менше 10. Кількість цифр, використаних в СЧ, залежить від основи  $p$ , де молодша — «0», старша — на одиницю менша основи, тобто  $p-1$ . При перекладі СЧ10 ↔ СЧ16 виникають труднощі в процесі проведення операцій (запис, арифметичні дії тощо), бо при  $p > 10$ , одноелементних цифр для зображення чисел більших за 9 немає. Тому виникає протиріччя при проведенні цих операцій та відсутність необхідних знаків на базі СЧ10.

У зв'язку з цим при запису позначок (цифр) СЧ16 застосовують для недостаючих знаків букви латинського алфавіту. (див. табл. поз. 16).

Перетворення СЧ10 ↔ СЧ16 м.

10	0:9	10	11	12	13	14	15	16
16	0:9	A	B	C	D	E	F	10
16м	0:9	1	1	2	3	4	5	10
Вимова	0:9	1-0	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	10 десять

Але арифметичні операції над цифрами, означеними буквами нелегкі, бо позбавлені наочності. І тоді на допомогу розробнику ПЗ приходять спеціальні таблиці, без яких неможливі ці операції. І хоча автори видань з інформатики та ОТ пропонують застосовуватилюбні знаки для недостаючих позначок СЧ16, від цього не легше.

Саме тому для ліквідації вищеприведеного недоліку — спрощення роботи з 16-річною системою і пропонується замість букв латинського алфавіту використати цифри СЧ10, модифікувавши їх, тобто додавши їм інше положення відносно загальнопринятого. Математик Лаплас писав «... Думка писати числа 9 знаками, даючи їм значення по формі та місту проста. І тільки з-за цього вона чужда». Автор роботи ризикує додати ще один параметр, не менш важливий, а саме — положення знака (цифри) відносно координат.

Модифікація СЧ16 базується на принципі асоціації (асоціативного запам'ятовування) — уявлення знаку у порівнянні з вже відомим при подібності форми. Досить тільки уявити відоме, як виникне свідоме відображення уявного із подібними параметрами і закарбується в пам'ять.

В роботі для модифікації цифр запропонована зміна положення знаків (цифр) відносно вертикальної осі, тобто поворот на 180 (див. табл. поз. 16м). Нові знаки настільки природні, що не становлять складності для запам'ятання їхньої форми — графіки. А ось вимова у них інша (див. табл. поз. вимова).

Використовуючи ідею асоціації, запропонована заміна букв латинського алфавіту в СЧ16м цифрами 1,2,3,4,5, належним чином повернутих. Вони асоціюються з недостаючими цифрами СЧ16, а саме 10,11,12,13,14,15 та виглядають таким чином:

1, 1 2 3 4 5

Наскільки при цьому спрощується арифметика видно з наведеного прикладу:

$$\begin{array}{r} 8A97F \\ + 29873 \\ B41F2 \\ \hline 81975 \\ +29873 \\ 14152 \end{array}$$

Як зразок, наведена тільки одна арифметична операція. Але навіть на цьому прикладі видно, чому спрощуються арифметичні операції — бо вони провадяться за зразком операцій в СЧ10.

Таким чином запропонована СЧ16м спрощує процес запам'ятовування нових цифр, частково полегшує арифметику, та й зображення чисел некомбіноване з цифр та букв, а тільки з цифр СЧ10 та модифікованих цифр цієї ж системи числення.

Ця модифікація полегшує запам'ятовування, частково спрощує арифметику, чітко проводить межу між числами шістнадцятиричної системи та повідомленнями з чисел та букв.

Все це зменшує кількість помилок при програмуванні.

Відносно впровадження запропонованої СЧ16м в життя. З досвіду: після знайомства студентів з СЧ16м, які швидко, майже автоматично, її засвоюють, вони потім не розуміють — навіщо їм пропонують стару, загальноприйнятну (з буквами).

## Роль класифікацій у створенні медичних інформаційних систем (аналітичний огляд)

*О. А. Литвинов<sup>1</sup>, Я. С. Березницький<sup>1</sup>, М. В. Голубчиков<sup>2</sup>,  
О. С. Коваленко<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Дніпропетровська медична академія, Україна

<sup>2</sup>МОЗ України

<sup>3</sup>МННЦ НАНУ та МОН України

Сучасна тенденція розвитку медичних інформаційних систем (МІС) полягає у переході від вузько-функціональних систем до багатофункціональних, комплексних і відкритих МІС, при цьому актуальнішим питанням стає питання інтеграції різноманітних МІС у єдиному інформаційному просторі. Ключовим моментом у цьому сенсі стає проблема розробки та удосконалення стандартів щодо надання та обміну інформацією.

Вирішення проблеми інтеграції МІС, централізованої обробки, аналізу та дослідження даних, що надходять з різних джерел, є тісно пов'язаною з вирішенням проблеми стандартизації відносно надання, використання та керування біо-медичною інформацією.

При цьому, у якості пріоритетних класифікацій для таких МІС стають класифікації діагнозів, медичних послуг, операцій, процедур, на яких базується більшість аналітичних виборок та багато існуючих статистичних звітів, метою котрих є оцінка тієї чи іншої складової лікувально-діагностичного процесу.

На даний момент у більшості медичних інформаційних систем, що розробляються на території України і в світі, в якості класифікації діагнозів використовується Міжнародна класифікація хвороб 10-го перегляду (МКХ-Х). В той же час існують труднощі в її використанні при реалізації інформаційних систем. Так, при інформаційній обробці діагнозів не враховуються всі ознаки, властиві конкретному захворюванню. У якості основної причини можна виділити орієнтацію класифікації на нумеровальну схему кодування медичної термінології, що вважає за необхідне перелік у класифікації всіх можливих понять.

Процес адаптації інших міжнародних класифікацій (SNOMED, RCC) пов'язаний з великими фінансовими витратами та не завжди приводить до бажаних результатів. Крім того ці класифікації мають низку недоліків, що негативно впливають на їх використання в МІС і роблять неефективним їх адаптацію при розробці інформаційних систем державних лікувальних закладів України. Також, слід зазначити, що при впровадженні класифікації в лікувальних закладах України не можна зовсім уникнути і ручного кодування діагнозів.

Таким чином, аналіз міжнародного досвіду, обґрунтування і побудова математичної, об'єктної та дата-логічної моделі оптимальної класифікації діагнозів, а також розробка і побудова інструментарію керування класифікацією, і створення інформаційної системи медичного призначення, що враховує специфіку державних лікувальних установ є важливим завданням, пов'язаним з інформатизацією державних медичних закладів України.

Використання словників або класифікаторів (vocabularies) даних в інформаційних системах є звичайною методикою при реалізації інформаційних систем. Наприклад, досить часто використовуються словники вулиць, міст, регіонів та інших, щоб запобігти помилкам з боку користувача стосовно даних, які впливають на результати аналітичних або статистичних звітів. При цьому вводити та редагувати словники дозволяється лише вузькому колу персон – експертів або адміністраторів, що несуть персональну відповідальність за роботу системи. Загальною метою таких словників є: введення певного стандарту на термінологію, що використовується у тому, чи іншому контексті певної множини даних ІС; запобігання інконсистентності цих даних з питань надання, зберігання та обробки; запобігання залежності від певної мови у відображенні поняття, або, більш загальніше, розділення смислової та синтаксичної складових певного терміну. Також, слід відзначити, що накопичення інформації передбачає її максимально-ефективне використання в задачах аналітичної обробки. При цьому відзначаються два фактори: надійність у контексті дійсного відображення фактів, що може бути лише при умовах чіткого означення, однозначності та консистентності термінів, що використовуються; та швидкість обробки аналітичних виборок, формування звітів. І останнє, сучасна тенденція до інтеграції гетерогенних систем не можлива без становлення стандартів на передачу (протоколи обміну) даних, структуру та зміст даних, і звісно, термінологію. За цим, можна казати, що класифікатори виконують роль фундаменту інформаційної системи.

У цьому сенсі, важливішою серед класифікацій, безумовно, є класифікація діагнозів. Метою цієї класифікації є уніфікація записів діагнозу та забезпечення, у тому числі і МІС, необхідною термінологією для адекватного опису стану здоров'я пацієнта і надання структурності даним, завдячуючи чому стан здоров'я пацієнтів може бути описаний на різних рівнях деталізації для вирішення задач аналізу та оцінки медичної допомоги.

В той же час велику роль при створенні інформаційних систем відіграють інші класифікації, що поширені у світі і до яких можна віднести SNOMED, клінічні коди Ріда, систему уніфікованої медичної мови UMLS.

## Особенности variability сердечного ритма у больных с вегетативной дисфункцией синусового узла в зависимости от состояния адренохолинергического баланса

Ю. А. Лутай

КГМУ им. С. И. Георгиевского, Симферополь, Украина

Цель: оценить показатели variability сердечного ритма в зависимости от состояния адренохолинергического баланса у больных с вегетативной дисфункцией синусового узла.

Объект: 85 больных с брадикардией и брадиаритмией и/или клиникой дисфункции синоатриального узла.

Методы: анализ variability ритма сердца с оценкой временных и спектральных показателей.

Результаты: обследуемые больные были разделены на три группы в зависимости от состояния симпато-парасимпатического баланса: с преобладанием ваготонии (31 больной), с преобладанием симпатикотонии (17 больных) и в состоянии эйтонии (37 больных). Для оценки правомочности такого разделения были изучены особенности показателей variability сердечного ритма в каждой группе. При оценке показателей вариационной пульсометрии были выявлены достоверные различия между группами. Амплитуда моды, как показатель активности симпатической нервной системы, была выше в группе симпатикотонии, по сравнению с группами ваготонии и эйтонии ( $68,49 \pm 0,91$  и  $25,12 \pm 0,68$ ,  $31,13 \pm 1,24$  соответственно),  $p < 0,001$ . Вариационный размах, как показатель активности парасимпатической нервной системы преобладал в группе ваготонии, по сравнению с эйтонией и симпатикотонией ( $0,41 \pm 0,02$ ,  $0,23 \pm 0,01$ ,  $0,11 \pm 0,01$  соответственно),  $p < 0,001$ . Оценивался также такой показатель, как индекс напряжения, который рассматривался, как показатель активности механизмов симпатической регуляции. В группе эйтонии индекс напряжения был в пределах нормы ( $75,37 \pm 3,81$ ), в группе ваготонии отмечалось небольшое снижение данного показателя по сравнению с нормой ( $37,43 \pm 1,81$ ),  $p < 0,001$ , а в группе симпатикотонии наблюдалось более чем двукратное (сверх нормы и по отношению к эйтонии) повышение индекса напряжения ( $375,57 \pm 10,59$ ),  $p < 0,001$ , которое свидетельствовало о «централизации» процессов регуляции и напряжение симпатической нервной системы. Подтверждением вышеперечисленного служат и показатели спектрального анализа variability ритма сердца. При этом, мощность высокочастотной составляющей спектра волн полностью соответствовала основной идее разделения больных по группам с преобладанием в группе ваготонии ( $58,03 \pm 2,25$ ), средним положением в группе эйтонии ( $28,67 \pm 3,33$ ), и низким значением в группе симпатикотонии ( $11,55 \pm 0,81$ ), (различия между группами  $p < 0,001$ ). Мощность низкочастотной составляющей спектра волн не имела достоверных различий в группах ваготонии и эйтонии ( $55,86 \pm 1,85$  и  $49,19 \pm 3,59$  соответственно),  $p > 0,05$ . Ожидаемого увеличения этого показателя в группе симпатикотонии (по отношению к ваготонии и эйтонии) не выявлено, а наоборот в группе симпатикотонии он был ниже, чем в группах ваготонии и эйтонии ( $32,68 \pm 1,21$ ,  $55,86 \pm 1,85$  и  $49,19 \pm 3,59$  соответственно),  $p < 0,001$ . Результирующее соотношение двух основных составляющих спектра волн было меньше единицы в группе ваготонии ( $0,91 \pm 0,03$ ), преобладало в группе симпатикотонии ( $3,60 \pm 0,55$ ), с закономерно средним положением в группе эйтонии ( $2,15 \pm 0,17$ ). Разница между группами эйтонии и симпатикотонии этого показателя составила 68% ( $p < 0,01$ ).

Выводы: в качестве критериев дифференциальной диагностики различных вариантов вегетативной дисфункции синоатриального узла следует использовать показатели вариационной пульсометрии (амплитуда моды — АМ, вариационный размах — ВР, индекс напряжения — ИН); спектрального анализа (вагосимпатический индекс LF/HF).

## Показатель Херста при оценке variability сердечного ритма

Ю. Е. Лях, Ю. Г. Выхованец, В. Г. Гурьянов, А. Н. Черняк  
Донецкий государственный медицинский университет  
им. М. Горького, Украина

В спектре мощности кардиоинтервалограммы присутствуют непериодические хаотические компоненты, имеющие фрактальную природу [Кроновер Р. М., 2000]. Поэтому перспективным способом изучения variability сердечного ритма (ВСР) является фрактальный анализ, позволяющий исследовать переходные нестационарные процессы при оценке ритма сердца. При этом наиболее эффективным является проведение расчета показателя Херста. Как известно показатель Херста (Hurst)  $H$  позволяет оценить наличие или отсутствие смещений при анализе нестационарных рядов. Параметр  $H$  является устойчивым, содержит минимальные предположения об изучаемой системе, может классифицировать временные ряды, отличая случайный ряд от неслучайного, даже если этот случайный ряд не является Гауссовским. Известно, что по значению  $H$  можно определить степень сложности организации процесса. Так, при  $H=0,5$  процесс характеризуется как случайный, при  $0 \leq H < 0,5$  наблюдается возрастание значения показателя после его уменьшения и наоборот, а чем ближе его значение к нулю, тем более изменчив анализируемый динамический ряд. При  $0,5 < H < 1,0$  динамический ряд является трендоустойчивым, т.е. если наблюдается тенденция увеличения или убывания в предыдущий период, то она будет наблюдаться какое-то время и в будущем.

Несмотря на достаточно высокую эффективность такого подхода он до настоящего времени не получил широкого применения в практике анализа нестационарных процессов в том числе и оценке variability сердечного ритма в виду сложности его проведения, отсутствия нормативных значений и др.

Целью настоящих исследований была оценка ВСР с применением метода вычисления фрактальной размерности у здоровых и у лиц с различными соматическими заболеваниями.

Для решения данной задачи нами разработан компьютерный комплекс «Полиграф» позволяющий проводить мультипараметрическую регистрацию физиологических параметров в процессе выполнения различных видов senso-моторной деятельности с автоматическим расчетом физиологических параметров, в том числе и показателя Херста.

Исследования проведены на базе психофизиологической лаборатории кафедры медицинской биофизики, меаппаратуры и клинической информатики ДонГМУ. В эксперименте приняли участие 20 студентов первого и второго курса в возрасте 17–20 лет (10 мужчин и 10 женщин). До начала эксперимента по данным карт медицинского обследования была проведена оценка состояния здоровья испытуемых, после чего они были разделены на две группы: практически здоровые и имеющие отклонения в состоянии здоровья. В группу с отклонениями в состоянии здоровья вошли лица мужского и женского пола имеющие различные хронические заболевания сердечно-сосудистой системы.

Регистрация электрокардиограмм осуществлялась на компьютерном комплексе «Полиграф» в состоянии покоя, при исследовании сложной зрительно-моторной реакции и проведении стабилотрии в различных условиях сенсорного контроля. При регистрации электрокардиограмм использовалась методика отведений по Небу. Регистрация осуществлялась с помощью одноразовых электрокардиографических электродов Т-301. Продолжительность каждой записи 3 мин. Для анализа временных рядов значений R-R интервалов испытуемых автоматически проводился расчет стандартных показателей ВСР и показатель Херста ( $H$ ). Полученные результаты автоматически записывались в протокол исследований и базу данных. Программа позволяет проводить автоматический поиск и загрузку результатов по фамилии испытуемого, номеру протокола и другим данным. Математический анализ результатов проводился в пакете для статистического анализа медико-биологических данных MedStat [Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г. и др., 2006].

В результате проведенных исследований было установлено увеличение частоты сердечных сокращений при изучении сложной зрительно-моторной реакции по сравнению с покоем во всех изучаемых группах ( $p < 0,05$ ). Отмечается увеличение частоты сердечных сокращений в изучаемых группах при проведении стабилотметрии в условиях с обратной связью ( $p < 0,05$ ). При этом необходимо отметить, что при проведении данного теста в группе с различными заболеваниями сердечно-сосудистой системы частота сердечных сокращений была на 15% выше по сравнению с группой здоровых ( $p < 0,05$ ).

Исследования показали, что для здоровых испытуемых в состоянии покоя и при нагрузке показатель Херста составил  $H=0,5-0,6$ . В группе с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, в состоянии покоя, данный показатель равнялся  $H=0,7-0,8$ . При изучении сложной зрительно-моторной реакции и выполнении стабилотметрических исследований этот показатель составил  $H=0,6-0,7$ .

Анализ результатов оценки вариабельности сердечного ритма по показателю Херста позволяет сделать вывод, что различные органические нарушения ритма сердца, а также изменения ритма в результате различного рода функциональных нагрузок сопровождаются увеличением значений этого показателя. Это в свою очередь свидетельствует о нарушении работы регуляторных механизмов и об уменьшении возможностей организма к адекватному ответу на внешние воздействия. В соответствии с этим показатель Херста может эффективно использоваться в диагностике как развивающихся функциональных, так и органических нарушений сердца.

Таким образом, можно сделать вывод, что метод анализа нелинейных хаотических колебаний сердечного ритма по показателю Херста может эффективно использоваться в диагностике как функциональных, так и органических нарушений сердечно-сосудистой системы.

## Кластеризация результатов наблюдений методом само-организующихся карт Кохонена

Ю. Е. Лях, В. Г. Гурьянов

Донецкий государственный медицинский университет  
им. М. Горького. Украина

Для представления многомерных результатов медико-биологических исследований привлекаются методы кластерного анализа. К задачам кластерного анализа относятся такие, в которых необходимо распределить совокупность некоторых объектов на однородные группы (кластеры) в многомерном пространстве признаков, описывающих эти объекты. При этом количество кластеров, в которые это разбиение производится, заранее, как правило, неизвестно.

В последнее время для решения задач кластеризации с успехом применяется метод самоорганизующихся карт (SOM — self-organizing map) — нейронные сети Кохонена. Сеть Кохонена обучается «без учителя», воспринимая саму структуру входных данных, она может распознавать кластеры в данных, а также устанавливать близость классов и, таким образом, улучшить понимание структуры данных. Существует множество мер оценки качества полученного разбиения на кластеры, однако, как и в остальных методах кластерного анализа, не определено строго математически обоснованной процедуры, которая бы отвечала на вопрос о количестве реально существующих однородных структур в анализируемом наборе данных.

Для оценки качества кластеризации, проведенной с использованием метода самоорганизующихся карт Кохонена, предложена процедура расчета показателя контрастности разбиения:

$$\text{Contrast} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^m R_i \quad (1)$$

где суммирование производится по всем  $N$  объектам,  $R_i$  — «расстояние» от  $i$ -го объекта до центра ближайшего к нему кластера, которому он не принадлежит,  $r_i$  — «расстояние» от этого объекта до центра кластера, которому он принадлежит.

Рассмотрим задачу расчета показателя контрастности в случае однородного распределения объектов в  $n$ -мерном пространстве признаков при разделении его на  $m$  кластеров. Будем считать, что объекты располагаются в гиперкубе с размерами  $1 \times 1 \times \dots \times 1$ . Предположим, что количество объектов настолько велико, что плотность распределения можно считать непрерывной, а так как распределение однородно, то и не зависящей от координат объекта, и обозначим ее  $\rho$ . Тогда показатель контрастности может быть вычислен как:

$$\text{Contrast} = \sum_{i=1}^m \frac{\int \dots \int c \frac{(x_1 - X_k^i)^2 + (x_2 - X_k^i)^2 + \dots + (x_n - X_k^i)^2}{(x_1 - Y_k^i)^2 + (x_2 - Y_k^i)^2 + \dots + (x_n - Y_k^i)^2} dx_1 dx_2 \dots dx_n}{\int \dots \int c dx_1 dx_2 \dots dx_n} \quad (2)$$

где  $x_k$  —  $k$ -ая координата текущей точки в  $n$ -мерном пространстве признаков,  $X_k^i$  —  $k$ -ая координата центра  $i$ -го кластера, к которому относится текущая точка,  $Y_k^i$  —  $k$ -ая координата центра ближайшего  $i$ -го кластера, к которому не относится текущая точка, интегрирование ведется по гиперобъему  $V_i$   $i$ -го кластера, к которому относится текущая точка, суммирование ведется по всем  $m$  кластерам. Так как плотность  $\rho = \text{const}$ , а гиперобъем равен 1, из (2) получим:

$$\text{Contrast} = \sum_{i=1}^m \int \dots \int \frac{(x_1 - X_k^i)^2 + (x_2 - X_k^i)^2 + \dots + (x_n - X_k^i)^2}{(x_1 - Y_k^i)^2 + (x_2 - Y_k^i)^2 + \dots + (x_n - Y_k^i)^2} dx_1 dx_2 \dots dx_n \quad (3)$$

Анализируя формулу 3 можно прийти к выводу, что значение показателя Contrast зависит от размерности пространства  $n$ , в котором распределены объекты (с увеличением размерности значение этого показателя уменьшается). Значение этого показателя зависит также от количества  $m$  кластеров разбиения множества объектов на подмножества, что не совсем очевидно в случае однородного распределения объектов в многомерном пространстве признаков. В случае однородного распределения эта зависимость объясняется изменением формы гиперобъема  $V_i$   $i$ -го кластера и количества ближайших к нему соседних кластеров при изменении их общего количества. При этом, при достаточно большом (для данной размерности пространства  $n$ ) количестве кластеров разбиения  $m$ , дальнейшее его увеличение не будет приводить к изменению формы гиперобъема  $V_i$   $i$ -го кластера и количества ближайших к нему соседних кластеров.

Для проведения расчетов было смоделировано равномерное распределение точек в пространствах различных размерностей (количество точек составляло 10000). Далее было проведено разбиение этих объектов методом самоорганизующихся карт Кохонена в различное число кластеров. В качестве примера на рисунке 1 представлены результаты расчетов для трехмерного, четырехмерного и шестимерного пространства признаков. Из проведенных расчетов следует, что с увеличением размерности пространства показатель контрастности увеличивается, увеличивается при этом и наклон кривой зависимости показателя контрастности разбиения от числа кластеров. В то же время, при достаточно большом (для трехмерного пространства уже при  $m > 9$ ) числе кластеров кривая зависимости выходит на насыщение.

Анализируя результаты численного моделирования можно сделать выводы, что в случае однородного распределения объектов в пространствах признаков:

1) при небольшом (для данной размерности пространства  $n$ ) числе кластеров разбиения показатель контрастности разбиения связан с количеством кластеров ( $m$ ) соотношением:

$$\text{Contrast} = a \cdot m^\lambda \quad (4)$$

где  $a$  и  $\lambda$  — некоторые константы;

2) значение константы  $a$  соотношения (4) уменьшается с увеличением размерности пространства, но всегда положительно;

3) значение константы  $\lambda$  соотношения (4) уменьшается с увеличением размерности пространства, но всегда положительно;  
4) при большом (для данной размерности пространства  $n$ ) числе кластеров разбиения показатель контрастности не зависит от количества кластеров.

Отсюда может быть предложен алгоритм вычисления максимального числа кластеров, при котором еще не происходит разделения объектов, однородно распределенных в многомерном пространстве признаков:

- 1) производится кластеризация предложенного множества объектов в 2, 3, ...,  $m$  кластеров;
- 2) для каждого разбиения производится расчет показателя контрастности;
- 3) анализируется кривая зависимости Contrast( $m$ ), в случае, когда зависимость существенно отклоняется от соотношения (4) в сторону увеличения показателя, можно говорить об эффективном разбиении;
- 4) за максимальное число реально присутствующих в анализируемом множестве «однородных» кластеров берется то, для которого зависимость в наибольшей степени отклоняется от теоретической.

### **Динамика энтропии Колмогорова–Синая ЭЭГ корковых областей полушарий и структур лимбико-ретикулярного комплекса крыс в условиях острого и хронического иммобилизационного стресса**

**О. Ю. Майоров<sup>1,2,3</sup>, О. В. Вязовская<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>НИИ охраны здоровья детей и подростков АМН Украины, Харьков

<sup>2</sup>Харьковская медицинская Академия последипломного образования, Украина

<sup>3</sup>Институт медицинской информатики и Телемедицины, Харьков, Украина

<sup>4</sup>Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

Целью настоящего исследования являлось изучение состояния церебральной нейродинамики в условиях спокойного бодрствования, острого и хронического эмоционального стресса на основе оценки одного из ключевых параметров, характеризующего динамику систем мозга во времени — энтропии Колмогорова–Синая (ЭКС) сигнала ЭЭГ.

Исследования проведены в остром и хроническом эксперименте на 19 половозрелых крысах-самцах линии Вистар 6-ти месячного возраста. За 5–6 дней до регистрации ЭЭГ животным стереотаксическим методом имплантировали нихромовые электроды диаметром 0,1 мм в лаковой изоляции. Операция проводилась под общей анестезией (внутрибрюшинно 5% тиопентал натрия в дозе 0,2 мл на 100 г веса) в стереотаксическом аппарате СЭЖ-2. ЭЭГ регистрировалась монополярно с референтным «усредненным» электродом по D. Goldman с симметричных корковых областей полушарий и лимбико-ретикулярных образований, каждое событие записывалось в течение 120 с. Использовались следующие симметричные корковые и лимбико-ретикулярные отведения: 1. корковые области — фронтальные, сенсомоторные, парietальные и окципитальные; 2. лимбико-ретикулярные структуры — миндалевидный комплекс, дорсальный гиппокамп (CA1), ретикулярная формация среднего мозга (ретикулярное ядро покрышки). Для регистрации ЭЭГ использовался 16-ти каналный электроэнцефалограф фирмы «Medicog», Венгрия. Ввод ЭЭГ в компьютер осуществлялся с помощью 16-канального аналого-цифрового преобразователя фирмы «Advantech» с частотой дискретизации 200 Гц на канал и разрешением АЦП 12 разрядов. Для нелинейного анализа ЭЭГ выбирали безартефактные стационарные участки ЭЭГ длительностью

35–40 с. Управление энцефалографом и нелинейный многомерный анализ ЭЭГ осуществляли с помощью системы компьютерной ЭЭГ NeuroResearcher®2005 (Майоров О. Ю., 2005). В качестве модели для формирования устойчивого эмоционально-стрессового состояния использовалась классическая модель иммобилизационного стресса. Животных подвергали иммобилизации в течение 5 дней по 5 часов каждый день. Регистрация ЭЭГ проводилась на первый и пятый день до и через 2,5 часа после начала иммобилизации.

Для оценки достоверности различий этого показателя применялся непараметрический критерий «U» Вилкоксона–Манна–Уитни, с помощью пакета прикладных программ «Statgraphics 5.0, Plus».

Установлены диапазоны значений энтропии Колмогорова–Синая по ЭЭГ в симметричных областях полушарий головного мозга и структурах лимбико-ретикулярного комплекса половозрелых крыс-самцов линии Вистар в состоянии спокойного бодрствования в условиях свободного поведения.

Энтропия Колмогорова–Синая половозрелых крыс-самцов линии Вистар в состоянии спокойного бодрствования в условиях свободного поведения имеет региональные и межполушарные различия — наиболее высокие показатели ЭКС характерны для правой сенсомоторной коры и для обеих окципитальных областей полушарий. В структурах лимбической системы наиболее высокий уровень ЭКС выявлен в правом дорсальном гиппокампе, в правом миндалевидном комплексе и правом ретикулярном ядре покрышки. В корковых областях значения ЭКС выше слева, в лимбико-ретикулярных — справа.

В условиях острого эмоционального стресса, вызванного относительно кратковременной иммобилизацией, наблюдается увеличение ЭКС в корковых областях левого полушария (во фронтальной, парietальной и затылочной областях) и ретикулярной формации среднего мозга. При этом отсутствие двигательной активности отражается значительным снижением ЭКС в правой сенсомоторной коре.

Достоверная латерализация реакции на иммобилизацию в условиях острого стресса обнаружена в миндалевидном комплексе, где слева значение увеличилось, справа снизилось.

Длительная иммобилизация сопровождается значительным повышением уровня ЭКС в условиях свободного поведения, что отражает стойкие изменения параметров нейродинамических систем мозга крыс, по-видимому, характерных для хронического эмоционального стресса. Наиболее сильно ЭКС увеличивается в правой парietальной области и обеих фронтальных областях по сравнению с исходным уровнем. В лимбико-ретикулярных структурах наиболее выраженное увеличение происходит в ретикулярных ядрах покрышки, в левом гиппокампе и левом миндалевидном комплексе.

Иммобилизация на фоне стойких изменений параметров нейродинамических систем мозга крыс, характерных для хронического эмоционального стресса, проявляется в снижении ЭКС в исследуемых корковых и лимбико-ретикулярных структурах головного мозга, значительно ниже исходного уровня, определяемого у животных в исходном состоянии, что может свидетельствовать о развитии доминанты и сопутствующего системного торможения. Только в правом миндалевидном комплексе уровень ЭКС увеличивается.

Таким образом, уровень энтропии Колмогорова–Синая по ЭЭГ может служить индикатором вовлечения тех или иных областей мозга в процессе формирования острого и хронического эмоционального стресса. Оценка энтропии Колмогорова–Синая по ЭЭГ в состоянии спокойного бодрствования и ее изменение в условиях моделирования эмоциональных стрессов позволяет определять локализацию корковых и лимбико-ретикулярных образований (структур лимбико-ретикулярного комплекса) — нервного субстрата высших функций — мотиваций, эмоций, памяти, позволяет выявлять структуры, которые вовлекаются при формировании стойкого эмоционально-стрессового состояния.

## Оценка напряжения систем регуляции работы сердца в условиях острого и хронического иммобилизационного стресса у крыс

О. Ю. Майоров<sup>1,2,3</sup>, О. В. Вязовская<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Институт охраны здоровья детей и подростков АМН Украины, Харьков

<sup>2</sup>Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина

<sup>3</sup>Институт медицинской информатики и Телемедицины, Харьков, Украина

<sup>4</sup>Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина

Целью настоящего исследования являлось изучение состояния систем регуляции сердечного ритма крыс в условиях моделирования острого и хронического иммобилизационного стресса на основе оценки вариабельности сердечного ритма.

Исследования проведены на 32 половозрелых крысах-самцах линии Вистар 6 месячного возраста. ЭКГ регистрировалась 16-канальным электроэнцефалографом фирмы «Medicog», Венгрия. ЭКГ в компьютер вводили с помощью 16-канального аналого-цифрового преобразователя фирмы «Advantech» с частотой дискретизации 200 Гц на канал и разрешением АЦП 12 разрядов. Для анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) выбирали участки ЭКГ длительностью 1 мин. Ввод и анализ ЭКГ осуществляли с помощью систем компьютерной ЭЭГ и ЭКГ, NeuroResearcher®2005 и Cardio-Tension-Test®2005 (Mayorov O. Yu., Baevsky R. M., 1999; Майоров О. Ю., 2005).

Для формирования устойчивого эмоционально-стрессового состояния использовали модель иммобилизационного стресса. Животных подвергали иммобилизации в течение 5 дней по 5 часов ежедневно. Регистрацию ЭКГ проводили на 1-й и 5-й день стрессирования до и через 2,5 часа после начала иммобилизации. Контролем служила запись ЭКГ этих животных до иммобилизации.

Для анализа ВСР использовали общепринятые показатели (Баевский Р. М., 2004). Индекс тревоги, определяли как  $IT = AMo/\sigma$ , а индекс, отражающий тип реакции тревоги, как  $TPT = AMo/\sigma Mo$  (Майоров О. Ю., 1988).

Достоверность различий оценивали с помощью непараметрического критерия U Вилкоксона–Манна–Уитни.

В исходном состоянии в норме гомеостаз основных систем организма обеспечивается при минимальном напряжении регуляторных механизмов. Соответственно значения большинства показателей ВСР не должны превышать определенных порогов, установленных для конкретной возрастно-половой группы крыс (Баевский Р. М., 1979).

В условиях острого стресса, а также в состоянии иммобилизации на 5 день стресса кривая распределения резко смещается по оси абсцисс влево, уменьшается основание гистограммы (вариационный размах), кривая становится значительно выше и заостренной кверху (амплитуда моды, индекс напряжения и эксцесс увеличивается). Подобные изменения указывают на усиление симпатического тонуса в результате увеличения эмоционального стресса (Баевский Р. М., 1984). Конечный эффект регуляции проявляется в виде тахикардии. Увеличивается индекс тревоги; в большей степени возрастают значения показателя «тип реакции тревоги». Усиливается централизация управления. Сопоставление значений ИТ, ТРТ с АМо и величиной среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ) позволяет считать, что вегетативный баланс смещается в сторону преобладания симпатического тонуса за счет активации симпатического и торможения парасимпатического отделов вегетативной нервной системы — АМо увеличивается,  $\sigma$  снижается. Усиливаются процессы актуализации симпатoadренальной системы, воздействующей на сердце одновременно через нервный и гуморальный каналы (увеличивается Амо и частота сердечных сокращений).

ИТ отражает соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы

без учета гуморальных влияний и соотношение центрального контура регуляции (АМо) с автономным контуром ( $\sigma$ ). Увеличение ИТ обусловлено усилением симпатических влияний (АМо) с одновременным уменьшением «разброса» ( $\sigma$ ), т.е. за счет уменьшения парасимпатического тонуса. Показатель ТРТ «тип реакции тревоги» наряду с вышеизложенными для ИТ соотношениями позволяет оценить уровень функционирования синусного узла (за счет гуморальных влияний) и соотношение с активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы — позволяет оценить степень централизации управления сердечным ритмом.

Показатель адекватности процессов регуляции в условиях острого стресса, и иммобилизации на фоне хронического стресса значимо повысился, что отражает повышенную степень компенсаторных адаптивных процессов регуляции, предельное напряжение.

В нашем случае можно наблюдать значительное снижение нейрогуморальной регуляции со смещением симпато-вагального баланса в сторону симпатического звена, так называемый, симпатический дистресс (Сидоренко Б. А., Преображенский Д. В. 1996; Kleiger R. E et.al., 1987). Его маркером является малая вариабельность сердечного ритма (Яблучанский Н. И. с соав., 2001), о чем свидетельствует снижение показателей  $\Delta X$ ,  $SDSD$ ,  $\Delta X/M(\%)$ ,  $V(\%)$ .

Нами получено достоверное снижение общей мощности спектральных компонентов ВСР в состоянии иммобилизации. Спектральная мощность снизилась во всех частотных диапазонах. При этом достоверное снижение было обнаружено в диапазоне VLF в условиях острого стресса и иммобилизации на фоне хронического стресса, и HF в условиях острого стресса.

Достоверное снижение в стрессовом состоянии мощности HF диапазона с небольшим увеличением отношения LF/HF показывает, что парасимпатическая активность снизилась с доминированием симпатической регуляции.

Снижение общей спектральной мощности, активация симпатико-адреналовой системы и уменьшение активности (тонуса) парасимпатической системы регуляции являются патогенетической основой развития реакций дезадаптации, которая может клинически проявляться как синдром вегетативной дисфункции (Михайлов В. М., 2002).

Состояние хронического стресса включает системные изменения, являющиеся следствием длительной иммобилизации. Данные математического анализа сердечного ритма в этих условиях отражают стойкие изменения различных звеньев регуляции. Так же следует отметить «страх ожидания» повторения иммобилизации, который сам по себе является стрессором (Inagaki H. et.al., 2004).

В заключении можно однозначно сказать, что эмоциональный стресс влияет на автономную нейрональную активность крыс. Используемая нами экспериментальная модель может быть использована для исследования влияний эмоционального стресса на автономный контроль сердца, что ведет к пониманию деталей отношения между кардиосудистыми нарушениями и эмоциональным стрессом.

## Оценка биоэлектрической активности мозга методами детерминированного хаоса

© О. Ю. Майоров<sup>1,2</sup>, В. Н. Фенченко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Харьковская мед. академия последипломного образования МЗ Украины

<sup>2</sup>Институт Медицинской информатики и Телемедицины Харьков, Украина

<sup>3</sup>Физико-технический институт низких температур НАН Украины

По мнению многих исследователей традиционные спектральные методы анализа ЭЭГ-сигнала не обладают достаточной информативностью и уже практически исчерпали свои возможности. Развиваемые же в последнее время исследования нелинейно-динамических параметров ЭЭГ-сигнала с точки зрения теории

детерминированного хаоса зачастую приводит к недостаточно достоверным результатам, интерпретация которых вызывает сомнения. Это обусловлено тем, что ЭЭГ-сигнал имеет сложную пространственно-временную структуру и представляет собой суперпозицию сигналов, приходящих из разных возбужденных участков коры головного мозга, выполняющих в данный момент разные, возможно и не связанные между собой, функции. Ситуация дополнительно усложняется тем обстоятельством, что ЭЭГ-сигнал имеет «сегментный» характер строения, что приводит к нарушению условия стационарности и не позволяет использовать для анализа достаточно длинные промежутки времени.

Нами предложен новый метод исследования нелинейно-динамических параметров биоэлектрической активности мозга, объединяющий традиционные методы анализа и наши оригинальные разработки. Подход базируется на выделении методами много-размерного спектрального анализа пространственно-временных структур очагов возбуждения, возникающих в корковых и подкорковых образованиях мозга (Майоров О. Ю., Глухов А. Б., 1984), определению «главного» сигнала структуры и последующем анализе его нелинейно-динамических параметров с позиций теории детерминированного хаоса.

Как известно, ЭЭГ-сигнал всегда искажается неконтролируемыми колебаниями состояния испытуемого и теми или иными артефактами. Нами разработаны методики выделения участков ЭЭГ-сигнала (Майоров О. Ю., Фенченко В. Н., 2005), пригодных для последующего анализа. Обычно такие участки имеют небольшую продолжительность и потому существенно, что разработанные нами алгоритмы позволяют вести обработку сразу нескольких участков ЭЭГ-сигнала, отвечающих заданному стабильному состоянию испытуемого (Майоров О. Ю., Фенченко В. Н., 2005).

Нами построен оригинальный алгоритм выделения пространственно-временных структур очагов возбуждения, основанный на оценке функции когерентности ЭЭГ-сигналов, поступающих от разных отведений (Майоров О. Ю., Глухов А. Б., 1984). Существенно, что выделяемые очаги возбуждения имеют характерные частотные диапазоны и пространственную структуру, отвечающую принятым представлениям о функционировании коры головного мозга.

Известные алгоритмы позволяют выполнить реконструкцию аттрактора выделенной структуры, оценить его размерность, вычислить энтропию процесса. Однако успех зависит от удачного выбора «смещения». Обычно применяемые методы хорошо работают на «модельных» примерах низкой размерности, но оказываются неэффективными в практически важных случаях. Нами разработан оригинальный метод определения «смещения», использующий оценку «формы» реконструируемого аттрактора, который оказался удачным при реконструкции ЭЭГ-аттракторов (Майоров О. Ю., Глухов А. Б., Фенченко, 2007).

Предлагаемый подход был реализован в системе компьютерной ЭЭГ NeuroResearcher®-Chaos'2005-2007, использовался для анализа ЭЭГ группы больных шизофренией и контрольной группы здоровых испытуемых и показал хорошие результаты.

## 2-х мерная визуализация состояния АНС на базе технологии ВСР

**А. В. Мартыненко, Н. И. Яблучанский**  
ХНУ им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина

Регуляция организма представляет собой систему многоконтурного многоуровневого иерархического нелинейного управления. Наиболее быстрое звено управления — автономная нервная система (АНС). Она контролирует функции внутренних органов, кровеносных и лимфатических сосудов, гладких и, частично, поперечнополосатых мышц.

Способы оценки состояния отдельных систем регуляции организма человека, определения направления и степени параметров отклонения системы от оптимальных значений и выбора регулирующего воздействия на эту систему в настоящее время разрабо-

таны довольно хорошо, и включают: регистрацию длин сердечных циклов, их спектральное разложение, выделением спектральных компонент, оценка их мощностей и сопоставление значения соотношения полученных мощностей со значениями, которые приняты за оптимальные для данного индивидуума. Проблема для всех этих способов заключается в квазистационарности процессов и вызванных этим неудобствами оценки по множеству показателей.

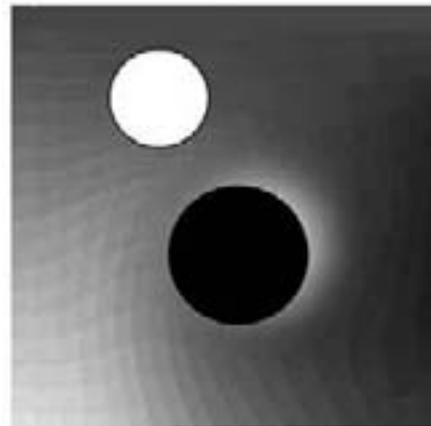
Важной задачей является создание способа интегральной оценки состояния систем регуляции организма, который применим к нестационарным процессам, обладает более высокой точностью и обеспечивает возможность визуального представления результатов оценки состояния регуляции в реальном времени, что является основой для создания системы с биологической обратной связью.

Для построения системы визуализации в реальном времени разбивают спектрограммы на частотные интервалы низких VLF, средних LF и высоких HF частот; измеряют общую мощность спектра  $W_0$  и мощности в выделенных частотных интервалах WVLF, WLF и WHF и оценивают состояния регуляции организма по величине показателя:

$$N = [(i_x - i_N)^2 + (ii_x - ii_N)^2]^{1/2},$$

где значения с индексом X относятся к текущим, измеренным; а с N — к средним значениям.

Текущее состояние систем регуляции N представляют на фазовой плоскости спектральных характеристик ВСР в виде окружности радиуса  $W_0$  с текущими координатами центра, регистрируемыми в измерении (на рисунке — светлая окружность), и окружности радиуса  $W_N$  с координатами центра, вычисленных для средних значений человека данного возраста и пола, помещенными в начало отсчета. Такое представление информации необходимо для визуальной оценки состояния регуляции в реальном времени, что позволяет создать систему коррекции систем регуляции с биологической обратной связью.



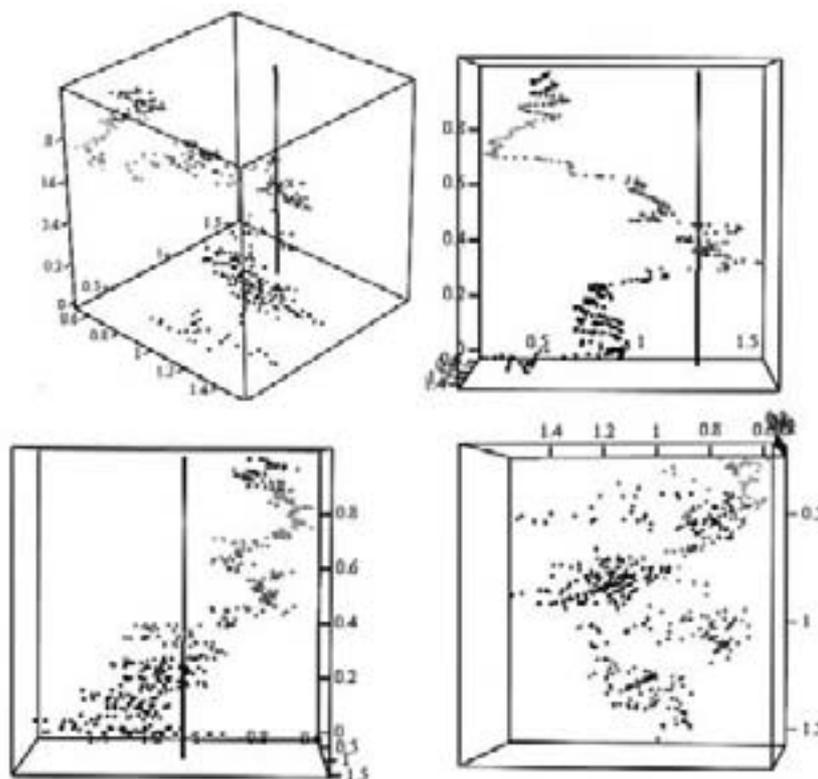
## 3-х мерная визуализация взаимодействия АНС и ЦНС на базе технологии ВСР

**А. В. Мартыненко, Н. И. Яблучанский**  
ХНУ им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина

Сложность воздействия/взаимодействия центральной (ЦНС) и автономной (АНС) нервных систем требует неординарных подходов для визуализации динамики указанных процессов. Высокая подвижность взаимодействия обусловлена тем, что через контролируемые ЦНС органы чувств и, далее, передаточные нейрогуморальные механизмы органы-мишени, в том числе органы кровообращения, открыты любым не только внутренним, но и внешним влияниям. Таким же образом может быть оказано и целенаправленное контролируемое воздействие на АНС, когда через внешние сенсоры — зрительный, слуховой, температурный,

множество других, регуляция организма взаимодействует со средой, адаптируя его к среде.

Базовой для системы 3-х мерной визуализации служит предложенный 2-х мерный способ отображения состояния АНС в реальном времени. Таким образом, каждая 2-х мерная точка из фазовой спектральной плоскости откладывается в расширенном фазовом 3-х мерном пространстве, где дополнительной координатой выступает время. В итоге мы получаем 3-х мерную траекторию динамического процесса, которую удобно оценивать визуально.



Представленные на рисунках результаты (3-х мерное изображение в целом и 3 проекции) демонстрируют, что с помощью предложенного метода легко визуально оценить эффективность воздействия, корректирующего системы регуляции организма, в условиях нестационарных процессов, происходящих в организме. На рисунках максимум воздействия приходится на середину временного интервала, когда траектория АНС в наибольшей степени приближается к оптимальному значению — вертикальная прямая.

### Клинический анализ variability сердечного ритма при кардиоаритмиях у больных ишемической болезнью сердца

*В. А. Миронов, Т. Ф. Миронова, М. В. Миронов,  
В. В. Мыльников, Э. А. Сафронова*

*ГОУ ВПО Челябинская государственная медицинская академия,  
РФ*

Целью исследования была оценка диагностических возможностей ритмокардиографии высокого разрешения (РКГ) при кардиоаритмиях. Значимость темы для практической кардиологии обуславливалась известной распространённостью нарушений сердечного ритма (НСР), связь их формирования с регуляторными процессами в сердце, недостаточной изученностью патогенеза аритмий и методологической нацеленностью анализа variability сердечного ритма (ВСР) прежде всего на выявление дисрегуляций пейсмекерной активности синусового узла сердца (СУ). Представляется пятнадцатилетний опыт применения в практике метода РКГ с автоматизированным временным и спектральным анализом волновой структуры межсистолических интервалов сердечного ритма. Регистрация и анализ интервалов осуществлялись на аппаратно-программном компьютерном комплексе КАП-РК-01-«Микор» с точностью до 0.001 секунды в реальном текущем времени. Для контроля также регистрировалась в реальном вре-

мени ЭКГ. РКГ проводилась в режиме клинко-экспериментального тестирования, в котором каждая из проб содержала стимул, преимущественно направленный на один из факторов регуляции СУ. Помимо исходной записи в покое (Ph), РКГ проводилась в пробах парасимпатической Вальсальвы (Vп), гуморальной Ашнера (рА), симпатической ортостатической (Аор), а также с усреднённой субмаксимальной физической нагрузкой — PWC120. В физиологической основе РКГ-оценка периферической автономной постганглионарной симпатической и парасимпатической регуляции СУ и влияния на нее гуморально-метаболических воздействий, проявляющихся разночастотной изменчивостью интервалов. В стационарной ритмокардиограмме выделялись средние значения показателей статанализа: средний интервал-RR (Task Force, 1996; Российские рекомендации, 2002), среднеквадратические дисперсии —  $\sigma_{RR}$  (SDNN), отдельно гуморальных, симпатических и парасимпатических волн ВСР —  $\sigma_I$ ,  $\sigma_{II}$ ,  $\sigma_{III}$ , а также их спектральные аналоги для оценки соотношения трех названных воздействий на СР —  $\sigma_{I\%}$ ,  $\sigma_{II\%}$ ,  $\sigma_{III\%}$ , соответствующих VLF (0.003–0.04 Hz), LF (0.04–0.15 Hz), HF (0.15–0.4 Hz). В периоды стимуляции оценивались максимальная реакция ( $\sigma_{RR}$ ), время ее достижения ( $t_{AB}$ ), и восстановления ( $tr$ ). В каждой позиции регистрировались 260–300 интервалов. Для визуального анализа осуществлялись графическое построение ритмо-кардиограмм, а также сглаженные спектрограммы соотношения разночастотных диапазонов, соответствующих

по спектральной плотности выраженности регулирующих влияний в СУ. Проблема нестационарностей решалась 4-мя способами компьютерного редактирования перед анализом. Программное обеспечение предусматривало возможность анализа каждой клинически значимой нестационарности, в данной работе — эпизодов кардиоаритмий. Для настоящего сообщения были отобраны РКГ-данные 4620 пациентов с хронической коронарной болезнью сердца (ИБС), верифицированной данными стандартных исследований (ЭКГ, ЭхоКГ, ХМ). Распространенность нарушений СР при ИБС составила 1940 случаев (42%). Экстрасистолия была у 1574 пациентов, аллоритмия у 723, дисфункция СУ (ДФСУ) у 974, синдром бради-тахикардии у 123, фибрилляция предсердий у 213, и у 653 больных были сложные сочетанные НСР. Большинство их форм имело определённые известные ЭКГ-характеристики и синхронные РКГ-симптомы, более точные в силу высокоразрешающей регистрации, а также были выявлены РКГ-преимущества, не реализуемые при ЭКГ-исследовании. В 1520 (78.8%) случаях определены клинически значимые нарушения автономного фона дизрегуляции СУ, в том числе и аритмогенного. Желудочковые экстрасистолы различные по частоте, времени появления в диастоле и соотношению между собой зарегистрированы при ИБС чаще, чем суправентрикулярные — 1067 (55%) и 486 (25%), соответственно. У 901 (58%) больного они были сочетанными. Желудочковые и суправентрикулярные экстрасистолы различались на РКГ визуально и математически по наличию и отсутствию компенсаторной паузы. Регулярные би-, три- и квадригеминии, были распознаваемы при РКГ по чередованию нормальных интервалов и пар пре- и постэктопических пауз. Эктопические очаги обычно были на фоне патологически измененной волновой ВСР, часто — ее стабилизации и снижения реакций на стимулы, выдающих дистрофические изменения с заинтересованностью интрамуральной рецепторной ткани. Их активность была зависима от преобладания того или иного фактора регуляции СУ, и поэтому в одном из тестов нарушения СР достоверно учащались, становились реже или исчезали. У 940 (48,6%) пациентов с аритмиями ИБС сочеталась с экстракардиальными заболеваниями. Первичный патоморфологический субстрат НСР в виде дополнительных проводящих путей (148 случаев) при РКГ-исследовании регистрировался в виде «пробежек» резкого, а не постепенного, как при функциональной тахикардии, укорочения RR на фоне различной степени снижения ВСР, коррелирующего с выраженностью ишемического процесса, функциональными классами стенокардии и сердечной недостаточности ( $r=0,69-0,78$ ) (Миронова Т. Ф., Миронов В. А., 2006). У 48 больных во время суправентрикулярного учащения ритма зарегистрирована миграция водителя по предсердиям или СУ, выход же из эпизода сопровождался синоатриальной блокадой 2 типа, 2 степени, иногда с периодикой Венкебаха. По отношению к направленным стимулам такие НСР были наиболее продолжительными в Vm и pA. Характер стимуляции и выраженная во всех рассматриваемых случаях стабилизация ВСР соответствовали патологическому усилению гуморальных влияний в СУ на фоне симпатопарасимпатической денервации, то есть, автономной кардиоэропатии (АКН). По ряду РКГ-признаков оказалось возможным дифференцировать дисфункцию и слабость СУ (n=385, у 19,8% больных с ИБС). В коротком контролируемом РКГ-мониторинге сократительной деятельности сердца, ДФСУ выявлялась чаще, нежели при ЭКГ и Холтеровском мониторировании (ХМ). В сравнении же с данными ХМ при РКГ было преимущество оценки автономного фона, как и при других НСР. ДФСУ имела свой РКГ образ — сверхкомпенсаторные паузы после экстрасистол и периодика Венкебаха с постепенным снижением декремента увеличенных постэктопических интервалов — и регистрировалась при более сохранной ВСР. Она положительно реагировала на терапию атропинсодержащими препаратами и метилксантинами, что при предварительной РКГ было заметно по урежению или исчезновению эпизодов аритмий в Aор и PWC. СССУ исходно сопровождалась стабилизацией ВСР и независимостью эпизодов НСР от направленности проб и терапии.

Тестовый характер РКГ повышал возможности оценки связи НСР с преимущественным поражением сосудов, миокарда или с ДФСУ. Помимо общих РКГ симптомов, характерных для ИБС (снижение амплитуды ВСР, реакций на пробы, спектральных долей  $\sigma\%$ ,  $\sigma m\%$  — HF% и LF%, увеличения гуморальных влияний в СУ — VLF%), прослеживалась связь эпизодов болевой, безболевой, вазоспастической ишемии и НСР. В случаях связи ведущего патогенеза НСР со стенокардией можно было установить её гемодинамическую зависимость от эпизодов ишемии. Появление аритмии после участка стабилизации ВСР (РКГ признак эпизода стенокардии. Мионов М. В., 2003) свидетельствовало о его патогенетической сцепленности с нарушением перфузии в СУ, возникающей, как следствие повышения окклюзии над атеросклеротической бляшкой в веночном сосуде. Регистрация такой стабилизации ВСР после эпизода НСР предполагало гемодинамическую значимость аритмии. В изолированных случаях ишемической кардиомиопатии наблюдалось прогрессирующее снижение ВСР с увеличением tAV и tr вплоть до полной стабилизации. Степень выраженности её коррелировала с функциональными классами сердечной недостаточности (СН). Наиболее частые и продолжительные НСР, с сочетанием клинических форм, были при СН 3 и 4 ФК. Стабилизация ВСР, сочетанность клинических форм и РКГ-признаки ДФСУ были предикторами формирования пароксизмальной или перманентной форм фибрилляции предсердий. Если эктопия была связана с преимущественным поражением миокарда, то в ранний период СН это проявлялось увеличением tAV в Aор, ригидностью миокарда, увеличением tAV и tr в PWC, а также активацией эктопического очага при ослаблении активности СУ — НСР учащались в Vm, pA. Электрическая нестабильность миокарда при РКГ проявлялась желудочковыми экстрасистолами с удлинённой сверхкомпенсаторной паузой на фоне симпатической волны при умеренном снижении SDNN. Особую настороженность по нашим данным должны вызывать случаи, когда после описанных экстрасистол менялись структура ВСР и величина RR, то есть, электрическая нестабильность была гемодинамически значимой. Вазовагальные синкопы с обратно пропорциональным соотношением величин АД и межсистолических интервалов (K.M.El-Bedawi et al., 1994) характеризовались повышением значений RR и  $\sigma m$  перед пароксизмом на фоне снижения АД. Выраженное снижение всех РКГ показателей, кроме  $\sigma l\%$ , и отсутствие реакций на стимулы соответствовали АКН и риску летального исхода. АКН была распознаваема на РКГ визуально. Метод оказался полезным при оценке влияния экстракардиальных патологических процессов на СУ, а также для выбора и контроля медикаментозной терапии, особенно при назначении вегетотропных лекарственных препаратов. Данные имеют достоверность, а диагностическая ценность РКГ симптомокомплексов при клинических вариантах ИБС достаточные специфичность (66.4–71.5%) и чувствительность (71.2–77.1) в сопоставлении с референсными исследованиями. РКГ в кардиологической практике оказалась удобной для оценки НСР по количеству эктопических очагов, их желудочковой и предсердной локализации, времени появления в диастоле, частоте и взаимосвязи, и главное — для определения патогенетического аритмогенного фона. В случаях со сложными аритмиями, РКГ позволяла конкретизировать характер автономного участия в патогенезе аритмий. Преимущественное парасимпатическое участие в патогенезе НСР проявлялось учащением НСР в Vm, симпатического — в Aор и/или в PWC. Использование РКГ определяло подбор терапии для купирования НСР и коррекции аритмогенного фона, индивидуальный выбор лекарств и их дозы. В этой части наблюдений были выявлены ранее не описанные свойства препаратов. К примеру, лечение  $\beta$ -адреноблокаторами оказалось наиболее эффективным при преобладании симпатической периодики СР (LF%), но их действие на пресинаптическом уровне сопровождалось не симпатическим эффектом, а холиномиметическим, возбуждающим мускариновые рецепторы симпатических терминалей. При РКГ это увеличивало  $\sigma s$  и  $\sigma s\%$ . Лечение антагонистами кальция и ИАПФ

к наибольшему эффекту приводило при исходной стабилизации СР, манифестирующей АКН. Объем РКГ-исследований убеждает, что анализ ВСП способен разрешить проблему периферических вегетотропных эффектов препаратов, воздействующих на пре- и постсинаптическом уровнях соотношения вегетативных терминалей и клеток-эффекторов.

Таким образом, РКГ с клиническим анализом ВСП в режиме короткого клинико-экспериментального контролируемого мониторинга позволяет диагностировать многовариантные дисрегуляции СУ, через которые реализуется большинство клинических форм сердечных аритмий, а также аритмогенный автономный фон их патогенетического формирования. Высокора разрешающий анализ автономной дисрегуляции СУ позволяет точно охарактеризовать вариант НСР, их гемодинамическую значимость, при ИБС - степень выраженности ишемического процесса и его связь с аритмиями, способен обеспечить индивидуальный выбор и контроль фармакотерапии, а также исследование вегетативной фармакодинамики лекарственных препаратов на постганглионарном уровне.

### Дисрегуляция синусового узла при клинических вариантах ишемической болезни сердца

*Т. Ф. Миронова, В. А. Миронов, А. Ю. Тюрин,  
М. В. Миронов, Э. А. Сафронова*

*ГОУ ВПО «Челябинская государственная медицинская академия  
Росздрава», РФ*

Изучались диагностические возможности анализа волновой variability сердечного ритма (ВСП) при оценке дисрегуляции пейсмекерной активности сино-аурикулярного узла (СУ) у пациентов с различными клиническими вариантами ишемической болезни сердца (ИБС). ВСП регистрировалась и анализировалась статистическим временным и спектральным анализом на аппаратно-программном комплексе КАП-РК-01-«Микор» коротких записях по 300 интервалов в покое и в пробах. Синхронно с ритмокардиограммой (РКГ) в текущем реальном времени регистрировалась ЭКГ с высокой точностью дискретизации ЭКС в 1000 Гц. Выделялись среднеквадратические дисперсии: общая  $\sigma_{RR}$  (SDNN), высоко-, низко- и очень низкочастотных волны ВСП —  $\sigma_s$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_l$ , а также их спектральные аналоги для определения соотношения регулирующих факторов в СУ — HF%, LF%, VLF%. Физиологически они связаны с парасимпатической, симпатической и гуморально-метаболической регуляцией хронотропной активности пейсмекеров СУ. Под наблюдением находились 15670 пациентов с хронической ИБС различных клинических вариантов, чаще сочетанных. Контролем были РКГ-данные 69 и 48 здоровых мужчин и женщин сопоставимого возраста. У здоровых лиц определены трёхкомпонентная ВСП с преобладанием высокочастотных парасимпатических волн  $\sigma_s$  и HF%, достаточно и адекватно выраженные реакции сердечного ритма (СР) в пробах с быстрыми достижениями максимума и восстановлением ВСП после стимула. У женщин ВСП отличалась достоверно более выраженными амплитудами волн —  $\sigma_s$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_l$ , большим, чем у мужчин, преобладанием высокочастотной периодики, а также высокой степенью зависимости ВСП от гормонального статуса. У 171 пациента с ЭКГ-верифицированной стабильной стенокардией напряжения 2, 3 кл. с достоверностью ( $t=8,04-23,83$ ) определены снижение SDNN, снижение реакции на переход в Аор, эквивалентное снижению коронарного резерва, увеличение спектральной доли гуморального влияния на СР за счёт вагусного воздействия в СУ, умеренное снижение реакций СР на любые стимулы, а также формирование на РКГ участков выраженной стабилизации ВСП, синхронных с приступами стенокардии и депрессией ST. У 123 пациентов с ишемической кардиомиопатией 2, 3 кл. при прогрессивном РКГ-наблюдении достоверно определены: прогрессирующее снижение ВСП вплоть до полной стабилизации, значительное снижение или отсутствие реакций на пробы, тахикардия, замедленное достижение максимальной реакции в Аор

и высокодостоверное замедленное восстановление СР после действия стимулов. У 115 больных формированию ОКС сопутствовали увеличение частоты и продолжительности приступов стенокардии, в том числе и безболевого, вариабельность порога ишемии, учащение кратковременных эпизодов ангиоспастической ишемии. У 80 пациентов с острым инфарктом миокарда (ОИМ) в остром периоде зарегистрирована быстро развивающаяся выраженная стабилизация ВСП на фоне тахикардии при Q-ОИМ, отсутствие реакций в Vm и pA, и на лекарственную терапию. При не Q-ОИМ ВСП тоже была снижена, но в меньшей степени, чем при распространённой форме. В периоде ранней реабилитации при заднем ОИМ сохранялись стабилизация ВСП и отсутствие реакций в Аор, Vm, pA. При переднем же Q-инфаркте в конце первого месяца после острого периода на фоне нормокардии и умеренной брадикардии появлялись низкоамплитудные VLF волны. В послегоспитальном периоде при заднем ОИМ стабилизация ВСП сохранялась длительно. При переднем ОИМ появлялись гуморальные волны ВСП, что по-видимому связано с особенностями автономного симпатического предстательства в передней стенке миокарда. Медленно в течение 1 года восстанавливались реакции СР на стимулы, но никогда не достигали нормы. Чаще, чем при заднем ОИМ, формировались нарушения сердечного ритма. При аритмических формах хронической ИБС (n=1940) при РКГ-исследовании оказались возможными дифференцированные характеристики желудочковых, суправентрикулярных экстрасистол, аллоритмии, парасистол, наджелудочковой тахикардии, ситуационной тахикардии, мерцательной аритмии, а также автономного аритмогенного фона, выбор медикаментозного лечения аритмий и контроль его эффективности. Желудочковые экстрасистолы характеризовались компенсаторным  $\pm 15$  мс постэкзотическим интервалом, сцеплённые интервалы колебались в пределах 60 мс. При суправентрикулярной экстрасистолы: преэкзотический интервал одинаков  $\pm 15$  мс; постэкзотический — некомпенсаторный. Аллоритмии на РКГ регистрировались, как чередование пре- и постэкзотических интервалов — бигеминия; чередование пар пре- и постэкзотических интервалов, между которыми 1 или 2 нормальных интервалов — тригеминия и квадригеминия. При суправентрикулярной аллоритмии сцеплённые интервалы почти одинаковы, при желудочковой — колебались в пределах 60–80 мс. Фон ВСП при ИБС был снижен прямо пропорционально тяжести заболевания. Выделены маркёры высокой степени риска летального исхода — снижение амплитуды ВСП-волн ( $\sigma_s$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_l$ ) до единиц миллисекунд, устойчиво высокая доля VLF%, значительно были снижены или полностью отсутствовали реакции на стимулы в пробах. Представленные результаты верифицированы данными клинических и других инструментальных исследований. Оценка специфичности РКГ по В. В. Власову (1997) при названных вариантах ИБС была 34–38%, чувствительность — 70–77%, прогностическая ценность результата в сравнении с референсными методами колебалась в пределах 40–60%, но повышалась при сочетании РКГ-симптомов.

Таким образом, при высокоразрешающем ритмокардиографическом анализе ВСП были получены данные об облигатной дисрегуляции пейсмекерной активности СУ при ИБС, имеющей общие для всех форм ишемии РКГ-симптомы, а также особенности, достоверно характерные для клинического симптомообразования болезни. Разнообразие дисрегуляций свидетельствовало о гетерогенности формирования клинических вариантов ишемического процесса и связи изменённой ВСП с патогенетическими особенностями каждой из форм этого заболевания. Для стабильной стенокардии помимо общего снижения ВСП и гипореактивности ритма в пробах характерным оказалось появление на РКГ участков предельно выраженной стабилизации ритма во время эпизодов стенокардии. Для ишемической кардиомиопатии — прогрессирующее снижение ВСП и замедленное восстановление после действия стимулов. Для ОИМ выявлены РКГ-различия при Q- и неQ-ОИМ, при его передней и задней локализации. Аритмические формы ИБС сопровождалась ритмокардиографически различимыми нарушениями ритма, воз-

возможностью оценки аритмогенного автономного фона и определения гемодинамической значимости эпизодов кардиоаритмий по данным анализа ВСР.

### **Выбор оптимальной схемы наложения электродов для неинвазивной фетальной кардиографии**

**Ю. Г. Мороз**

*Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина*

В процессе наблюдения за ходом беременности часто возникает необходимость мониторинга сердечной деятельности плода. В современной перинатологии для наблюдения за его сердечной деятельностью используются инвазивная (применяется непосредственно при родах и требует наложения специального электрода на головку плода) и неинвазивная (ультразвуковая доплерография, основанная на регистрации механических движений сердца плода) технологии. Но эти методы позволяют анализировать и регистрировать только ритм сердца плода.

Предлагаемый в работе неинвазивный метод фетальной кардиографии дает возможность регистрировать полноценную электрокардиограмму плода, по которой можно анализировать не только изменения ритма сердца, но и морфологию pQRST комплексов. Эта информация позволяет диагностировать ряд заболеваний плода еще на стадии беременности.

Зарегистрированный сигнал, который содержит в себе смесь материнской ЭКГ (ЭКГМ), ЭКГ плода (ЭКГП) и помех, подвергается дальнейшей обработке с целью выделения только ЭКГП, для чего используется модифицированный метод независимых компонент.

Для получения хороших результатов выделения ЭКГП важную роль играет качество записи, которая в свою очередь зависит от схемы наложения электродов. При выборе схемы использовалась векторная модель Бергера и Ван Милана, в соответствии с которой биоэлектрическая активность сердца матери на некотором удалении от него может быть представлена как поле трехмерного диполя с фиксированным пространственным положением и изменяющимися во времени амплитудой и ориентацией. Сердце же плода представляет собой точечный источник.

Для обеспечения высокой степени подавления ЭКГМ при обработке, основные электроды (R,L,F) накладывались таким образом, чтобы виртуальная референтная точка совпадала с электрической осью сердца матери. Электрод заземления N устанавливался в произвольном месте. Ориентируясь на положение плода и его сердца, электроды грудных отведений накладывались следующим образом: V1–V3 — ниже сердца плода, а V4–V6 — выше него. Такое наложение электродов позволяет регистрировать ЭКГП независимо от изменения положения плода. Результатами измерения в отведениях (R, L, F) являются разности потенциалов между парами электродов, а в отведениях V1–V6 это разность потенциалов между референтной точкой (которая формируется по принципу  $(R+L+F)/3$ ) и грудными электродами. В результате использования этой схемы наложения электродов при записи достигается максимальная амплитуда ЭКГП и минимальный уровень шумов.

Были проведены исследования и с другими схемами наложения, но в результате получались записи с ЭКГП меньшей амплитуды и с артефактами большего уровня.

### **Информационная поддержка принятия управленческих решений в лечебном учреждении**

**В. Г. Осташко**

*ГКБ №6, Харьков, Украина*

Традиционно считается, что руководитель лечебного учреждения должен принимать управленческие решения при недостатке информации. Однако с внедрением компьютерных информационных систем, которые способны хранить большие массивы данных, возникает задача использования таких данных для подготовки

принятия решений. Сегодня руководители сталкиваются с необходимостью принимать множество решений, опираясь при этом на разнообразную информацию, которую необходимо обрабатывать в сжатые сроки. Поэтому информационные системы должны проектироваться с учетом этой необходимости.

Здесь на первый план выходит задача создания определенных информационных блоков поддержки принятия решений, как составляющей общей информационной системы медицинского учреждения.

Информация для управленческого контроля должна поступать как из внутренних, так и из внешних источников. Например, главный врач лечебного учреждения нуждается в информации о работе его подразделений и о деятельности других медицинских учреждений, информация о посещаемости или госпитализации пациентов, затратах, обороте и других показателях деятельности учреждения. Эта информация должна быть более детальной, иметь более узкие границы и быть более точной, чем та, что требуется для стратегического планирования. Она также должна поступать через более короткие промежутки времени, так как временные рамки принимаемых решений здесь меньше.

Информация для целей оперативного контроля, которая касается повседневной деятельности, должна быть очень точной, узкой и самой последней. Она должна поступать почти исключительно из внутренних источников. Например, главный врач должен точно знать: нагрузку медицинских работников, госпитализация больных, а также, материальные затраты на приобретение медикаментов или медицинского инструментария.

Кроме того, руководителям нужна специфическая информация, относящаяся к области их конкретной профессиональной деятельности. Так, главному врачу требуется информация о методах управления в здравоохранении или новых нормативно-правовых документах.

По нашему мнению, помощь в решении такой задачи может быть при создании управляющих медицинских систем. Информационно-управляющая система определяется как формальная система для выдачи администрации информации, необходимой для принятия решений. Поэтому управляющая МИС должна выдавать информацию о прошлом, настоящем и предполагаемом будущем. Она должна отслеживать все относящиеся к делу события внутри организации и вне нее. Общей целью управляющей МИС является облегчение эффективного выполнения функций планирования, контроля производственной деятельности и процесса управления в целом. Самой важной ее задачей является выдача нужной информации в нужное время административным органам медицинского учреждения.

Необходимо отметить, что управляющая МИС не является единственной всеобъемлющей интегрированной системой для удовлетворения всех потребностей администрации в информации. Поскольку может возникнуть желание получить систему такого характера, что из-за больших сложностей в реальных организациях вероятность создания ее мала. Управляющая информационная система медицинского учреждения скорее состоит из ряда информационных подсистем, каждая из которых служит для принятия решений в некоторой конкретной области.

Однако разработчики информационных систем для медицинских учреждений мало внимания уделяют именно разработке таких систем. Однако такое многообразие бизнес-процессов, которые имеют место в подобных заведениях требуют внедрения именно такого рода систем.

### **Влияние лизиноприла у больных хроническими обструктивными заболеваниями легких с сопутствующей артериальной гипертензией на вариабельность сердечного ритма**

**С. С. Панина, Н. П. Нудьга, С. В. Романенко, Н. А. Гондуленко**  
*Украинский Государственный НИИ медико-социальных проблем инвалидности, Киев*

Сочетанная патология, а именно заболевания сердечно-сосудистой и дыхательной систем, часто создают новую клиническую

ситуацию, требующую учета ее особенностей при выборе лекарственной интервенции.

Целью нашего исследования было изучение влияния лизиноприла у больных хроническими обструктивными заболеваниями легких (ХОЗЛ) в сочетании с артериальной гипертензией (АГ) на вариабельность сердечного ритма (ВСР).

Материалы и методы исследования: Для достижения поставленной цели нами было обследовано 21 больной на ХОЗЛ разной степени тяжести в сочетании с мягкой АГ (средний возраст  $42,0 \pm 1,7$  лет, средний ОФВ1 =  $59,2 \pm 4,34$ ). Всем больным на протяжении 4-х недель проводилось лечение ингибитором ангиотензин-превращающего фермента лизиноприлом (Диротон® «Гедеон Рихтер АТ», Венгрия) в дозе 10 мг 2 раза в сутки. Для оценки динамики АГ и ВСР проводилось суточное мониторирование систолического и диастолического артериального давления и ЭКГ на системе «Кардиотехника – 4000 АД» (фирма ИНКАРТ, С-Петербург). Вычислялись стандартные временные (SDNN, pNN50, rMSSD) и спектральные (VLF, HF, LF) показатели ВСР.

Результаты: Регулярный прием лизиноприла приводил не только к существенному снижению систолического и диастолического артериального давления (АД) («офисного», среднедневного и средненочного), но и способствовал улучшению вариабельности АД и индексов нагрузки давлением.

При анализе ВСР обращают на себя внимание следующие тенденции: повышение SDNN на 17,6 %, общей мощности спектра (TP) на 27,6 % (в основном за счет ночного показателя 46 %), что говорит о повышении общего уровня вегетативной регуляции; показатель VLF, отражающий уровень гуморальной регуляции, возрос на 19,8 % (в основном за счет ночного показателя 43,9 %); абсолютные показатели LF и HF за сутки также возросли на 46,3 % и 22,5 % соответственно.

Обращает на себя внимание снижение соотношения LF/HF за сутки с  $3,6 \pm 0,7$  до  $3,3 \pm 0,5$ , в основном за счет снижения в ночное время с  $4,2 \pm 1,1$  до  $3 \pm 0,7$  ( $p=0,036$ ). Данный показатель отражает соотношение в регуляции симпатической и парасимпатической систем. Его повышение более 2,5 говорит про преобладание тонуса симпатической части вегетативной нервной системы.

Таким образом, под влиянием лизиноприла в целом достигнуты положительные сдвиги в виде увеличения общей мощности спектра и SDNN как меры вегетативной регуляции в целом. Отмечалось также повышение уровня гуморальной регуляции (показатель VLF) в основном за счет ночного времени. Применение лизиноприла способствовало также повышению устойчивости регуляторных систем за счет снижения исходной симпатикотонии и смещения вегетативной регуляции в сторону ее парасимпатического звена.

### Информационные технологии в психофизиологической диагностике

*О. А. Панченко, В. И. Прокопец, Ю. Г. Выхованец,  
В. И. Остапенко, О. Б. Оношко*

*Донецкий государственный медицинский университет  
им. М. Горького, Украина*

Контроль психофизиологического состояния (ПФС) применяется для донозологической диагностики, оценки эффективности лечения, коррекции и совершенствования функционального состояния (ФС) организма человека. Это обусловлено тем, что ПФС содержит в себе информацию о всех звеньях регулирования жизнедеятельности человека, как в норме, так и при различных патологиях [Основы психофизиологии: Учебник., 1998.; Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., и др., 2000.; Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., 2005]. Отсутствие доступной аппаратуры, общепринятых методов исследований не позволяют обеспечить мониторинг ПФС, что существенно ограничивает возможности оперативного выявления и коррекции ухудшения (ФС) организма человека. Нами разработана компьютерная информационная технология для организации мониторинга ПФС на разных этапах жизнедеятельности человека.

Исследования проведены с участием 167 студентов 1-го и 2-го курсов Донецкого государственного медицинского университета в возрасте от 17 до 28 лет. Первый этап исследований состоял в оценке ПФС обследуемых на основе измерений показателей теплинг-теста, простых, сложных зрительно-моторных реакций, скорости переработки информации, объема, переключения и концентрации внимания, критической частоты слияния мельканий (КЧСМ), частоты и периодов сердечных сокращений (ЧСС), артериального давления (АДсис и АДдиаст), электрокожного сопротивления, САН. Измерение и обработку приведенных показателей осуществляли с использованием компьютерной программно-аппаратной системы [Патент Лях Ю. Е., Прокопец В. И., Чуприна Е. И., 15.12.2000]. Анализ полученных результатов проводился при помощи статистического пакета Medstat [Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г. и др., 2006]. Классификация ПФС обследуемых осуществлялась методом самоорганизующихся карт Кохоннена (ST Neural Networks — StatSoft) на основе построения соответствующих нейросетевых моделей, представляющих собой совокупность отдельных формальных нейронов, объединенных в сеть [Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., и др., 2000.; Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., 2005].

На основе построения соответствующих нейросетевых моделей по алгоритму выбора оптимального количества кластеров все обследуемые были условно разбиты на 4-е группы в соответствии с их показателями ПФС [Лях Ю. Е., Гурьянов В. Г., 2005]. К 1-й группе с условно высокими показателями ПФС было отнесено 36 обследуемых, ко 2-й группе с условно хорошими показателями — 72 человека, к 3-й группе с условно средними показателями — 9 человек и к 4-й с условно низкими показателями — 50 человек. Исследования показали, что эффективность выполнения тестовых заданий, требующих повышенной концентрации внимания и введения временных ограничений существенно образом зависят от ПФС обследуемых. Выявлено, что к числу наиболее значимых для оценки ПФС относятся показатели внимания, скорости, безошибочности сложных видов сенсомоторной деятельности, которые и могут быть использованы для организации мониторинга ПФС человека. Установлено, что применение, выявленных в качестве информативных показателей обеспечивает возможность в течение 10–15 минут оценивать ПФС обследуемых. Исследования также показали, что характеристики сенсомоторной деятельности в значительной мере зависят от способности обследуемого к избирательной перцепции и поддержанию оптимального уровня активности. Таким образом, варьирование видов и сложности тестовых нагрузок может быть использовано для совершенствования физиологических механизмов, лежащих в основе формирования сенсомоторных реакций. В частности, введение психологической обратной связи на основе предоставления информации о надежности деятельности может быть использовано для формирования оптимального уровня активации, необходимого для достижения высокой скорости восприятия и переработки информации и снижения функционального напряжения систем организма обследуемых.

### Рассеяние электромагнитных волн на линейных дефектах в монокристаллах

*Ю. М. Пенкин, Н. М. Яценко*  
*Национальный фармацевтический университет, Харьков,  
Украина*

В последнем поколении томографических медицинских установок используют в качестве датчиков монокристаллические анизотропные структуры, которые требуют оперативной диагностики как в процессе производства и отладки установки, так и в процессе их эксплуатации. Один из эффективных методов такой диагностики структуры монокристаллов может быть основан на исследованиях характеристик рассеяния электромагнитных волн на линейных дефектах в монокристаллах.

Пусть в анизотропном кристалле, описываемом тензором диэлектрической проницаемости  $\epsilon$

$$\hat{\epsilon} = \begin{pmatrix} \epsilon_1 & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_1 & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_3 \end{pmatrix}$$

под произвольным углом  $\gamma$  к оси анизотропии (оптическая ось, ось OZ) имеется линейный дефект определенной длины, характеризуемый комплексным по-верхностным импедансом. Требуется найти дифракционные (отраженные) электромагнитные поля излучения и установить принципы выявления линейных дефектов диэлектрической структур.

Решение дифракционной задачи проведено методом интегральных уравнений макроскопической электродинамики. Показано, что при любом расположении дефекта электромагнитное поле в дальней зоне состоит из двух волн — обыкновенной и необыкновенной. В частном случае расположения дефекта параллельно оси анизотропии, электромагнитное поле характеризуется только необыкновенной волной. Диаграмма направленности (по мощности) в плоскости, перпендикулярной направлению линейного дефекта, также как и в изотропной среде, представляет собой окружность, радиус которой определяется геометрией дефекта и эквивалентной диэлектрической проницаемостью моно-кристалла  $\epsilon_{eq} = \delta^2 \cos^2 \gamma + \delta \sqrt{\epsilon_1} \sin^2 \gamma$ , где  $\delta^2 = \epsilon_3 \sin^2 \gamma + \epsilon_1 \cos^2 \gamma$ .

Таким образом, анизотропия среды приводит к изменению диаграммы направленности только в плоскости, содержащей дефект. Влияние анизотропии кристалла на диаграмму направленности состоит в изменении уровня излучаемой мощности, ширины и количества лепестков, перераспределении энергии из одних лепестков в другие и в значительной степени зависит от длины дефекта и его расположения в кристалле. Например, для дефекта, ориентированного вдоль оси анизотропии, изменение компонента  $\epsilon_3$  в тензоре  $\hat{\epsilon}$  не приводит к изменению количества лепестков в диаграмме направленности. При отклонении дефекта от этой оси количество лепестков изменяется.

Полученные в работе результаты могут быть использованы для выявления линейных дефектов при контроле качества монокристаллов, а также для определения их геометрических и физических свойств.

## Недельные ритмы вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы

**А. В. Писарук**

*Институт геронтологии АМН Украины, Киев*

Недельные ритмы физиологических функций обнаружены для разных процессов в организме человека. Принято считать, что эти ритмы связаны с трудовой деятельностью людей и поэтому являются социальными. Организм человека адаптируется к этому социальному недельному ритму. Статистические исследования показали, что в понедельник, по сравнению со средой, достоверно чаще возникают сердечно-сосудистые катастрофы. Это можно объяснить тем, что переход от отдыха в выходные дни к работе в понедельник связан с быстрым ростом симпатoadренальной активности, вызывающей напряженное функционирование сердечно-сосудистой системы.

Известно, что для оценки состояния вегетативной нервной системы в настоящее время широко используется анализ вариабельности ритма сердца (ВРС). В частности, вегетативный баланс определяется по соотношению низкочастотных (LF) и высокочастотных (HF) колебаний ритма сердца (LF/HF).

Цель: оценить вегетативный баланс в разные дни недели.

Объект: здоровые молодые (20–35 лет, 60 чел.) и пожилые (60–74 года, 120 чел.) люди.

Методы: регистрация и спектральный анализ суточной ВРС (ДиаКард 2.0, Солвейг, Украина).

Результаты: проведенные исследования показали, что в понедельник, по сравнению с другими днями недели, достоверно

( $p < 0,05$ ) выше симпатовагальный индекс (LF/HF) у здоровых молодых и пожилых людей. Это свидетельствует о большей активности симпатoadренальной системы в понедельник, по сравнению с другими днями недели. У пожилых людей во все дни недели симпатический тонус достоверно выше, по сравнению с молодыми людьми. Если сравнить степень повышения LF/HF в понедельник (по сравнению с его минимальным уровнем в среду) у людей разного возраста, то окажется, что возрастные различия колебаний симпатовагального баланса практически отсутствуют.

Выводы: установленное в настоящем исследовании повышение симпатического тонуса в понедельник увеличивает в этот день риск развития острой сердечно-сосудистой патологии. Это касается в первую очередь пожилых людей вследствие наличия у них атеросклероза и других факторов риска острой сосудистой патологии.

## Интеллектуальные персональные системы медицинского назначения

**Ю. А. Прокопчук**

*Днепропетровский областной диагностический центр, Украина*

*Украинский государственный химико-технологический университет, Днепропетровск*

Постановка проблемы. Рассмотрим партнерское взаимодействие между двумя системами S и P, где P – человек, а S – вычислительная система, имеющая необходимые ресурсы (сенсоры, роботы и т.д.) для взаимодействия с P и внешней средой E. Целью функционирования S является максимальное удовлетворение определенных потребностей P. Для достижения поставленной цели S должна обладать интеллектуальными способностями. Далее S будем называть интеллектуальной персональной системой (ИПС), а P — партнером.

Для проведения консультаций, корректировки целей и выполнения багажа своих знаний S может общаться с системой K, которая выступает в роли про-фессионального консультанта или эксперта в соответствующей предметной области (в качестве системы K могут выступать врач, клиника). Корректировать цели системы S может также система W, которая является в некотором смысле «родственной» партнеру (в качестве W могут выступать родственники P).

Задачи ИПС:

- реализовывать жизненный цикл (ЖЦ), предписанный данному типу ИПС;
- выполнять задания P, а также W и K (формировать план выполнения задания, реализовывать план). К числу заданий относится ведение осмысленного диалога;
- вести мониторинг состояния P и среды E, формировать текущие целевые состояния для P и E. В соответствии с заложенными критериями формировать эффективный план достижения системой P и средой E целевых состояний. Реализовывать данный план с использованием всех имеющихся ресурсов (система S одновременно может реализовывать несколько разнотемповых и разномасштабных планов);
- изменять собственное состояние (багаж знаний и умений) с целью повышения эффективности решения указанных выше задач.

Таким образом, P и S являются одновременно и управляемыми системами, а также играют роль поставщиков информации. Причем данные роли реализуются параллельно. Системы W и K могут задавать степень «мягкости» управления со стороны S или, другими словами, степень настойчивости ИПС при реализации своих планов.

К числу важных, но вспомогательных задач можно отнести задачу выделения (распознавания) субъектов и объектов из среды E, включая идентификацию партнера P.

Весь комплекс задач, которые призвана решать ИПС, можно назвать *миссией ИПС*.

Конкретизируем поведение системы S в любой момент времени. Введем понятие *проблемной ситуации (ПС)*, под которой будем понимать:

- любые задания систем P, K, W;
- состояние невозможности выполнения какого-либо задания с заданным качеством (например, вследствие слабой управляемости P, нехватки ресурсов или отсутствия необходимого сценария разрешения ПС). Оценку качества выполняемых заданий дают P, K и W;
- выявленное или прогнозируемое *неблагоприятное (угрожающее) состояние* для P на основе модели m (P,E).

В любой такт времени (согласно внутренним часам) ИПС выполняет следующие действия:

- Модифицируются некоторые факторы ЖЦ ИПС в соответствии с миссией ИПС и историей взаимоотношений с партнером.
- Проверяются условия возникновения всех возможных ПС (по соответствующим маркерам или на основе моделирования).
- Для вновь распознанных ПС выбирается стратегия разрешения ПС (или уровень помощи). В рамках выбранной стратегии строится сценарий (тактический план действий, проект) разрешения ПС. Вновь построенный сценарий согласуется с уже реализующимися сценариями (при необходимости в последние вносятся изменения) и передается на исполнение привлекаемым ресурсам.
- Для реализующихся сценариев выполняется оценка достаточности выбранных стратегий (по позитивным или негативным маркерам развития ситуации) и проверка условий разрешения ПС. В случае, если какая-либо стратегия признается недостаточной или, наоборот, избыточной по ресурсам, происходит смена стратегии и выбирается новый сценарий. Если ПС разрешена (выполнены соответствующие условия), то сценарий считается успешно завершенным.

5. Для тех ПС, разрешение которых оказалось невозможным с заданным качеством, строятся планы (проекты) развития ИПС с привлечением всех доступных ресурсов (партнера P, среды E, «родственников» K, экспертов W, Internet ресурсов и т.д.). Планы развития могут включать как планы развития информационного обеспечения (совершенствование диалога и методов построения сценариев, развитие БЗ, реализация доступа к новым информационным ресурсам), так и планы развития технического обеспечения (добавление вычислительных мощностей, сенсоров, средств коммуникации, обслуживающих роботов, тренажеров и т.д.).

#### **Примеры ИПС.**

**ИПС «Доктор».** Назначение: решение задач класса «персональный электронный доктор» в домашних и/или производственных условиях.

**Обеспечение:** ядро ИПС представляет собой вычислительную систему, снабженную аудио-видео сенсорами и многочисленными медицинскими E-сенсорами (кардиомонитор, монитор ЭЭГ, тепловизор, фонендоскоп, монитор АД, динамометры, датчики температуры, веса, биохимических параметров и т.д.). Ядру ИПС подчиняются многочисленные интеллектуальные тренажеры, которые задают и контролируют нагрузку, сохраняют и обрабатывают результаты тренировки.

**Задачи:** мониторинг параметров состояния партнера с использованием набора датчиков; ведение подробной медицинской карты; построение и непрерывная адаптация индивидуальной математической модели состояния здоровья партнера; прогнозирование персональных угроз и выработка рекомендаций по их предотвращению; проведение дистанционного консультирования в автоматическом и полуавтоматическом режимах; обсуждение на естественном языке особенностей состояния здоровья партнера; разработка и/или контроль реализации «Программы охраны здоровья партнера — ПОЗП» (ПОЗП может формироваться лечащим врачом); консультирование партнера по любым вопросам охраны здоровья (задачи класса «электронная библиотека»); поиск в Интернет материалов, связанных с состоянием здоровья партнера; обучение партнера вопросам охраны здоровья; коррекция психоэмоционального состояния партнера с использованием разнообразных

средств воздействия (аудио, видео и т.д.); выполнение лечебных и/или реабилитационных процедур с использованием доступных ресурсов; адаптация к требованиям партнера; непрерывное самообучение и совершенствование диалоговых средств.

#### **Критерии эффективности функционирования:**

- максимальное удовлетворение запросов партнера относительно состояния своего здоровья;
- формирование максимально конструктивной и реализуемой (с учетом имеющихся ограничений) ПОЗП (оценку ПОЗП дает партнер и/или лечащий врач);
- установление максимального психо-эмоционального контакта между ИПС и партнером (оценка дается партнером путем проведения периодического тестирования).

**ИПС «Сиделка».** Назначение: решение задач класса «персональная сиделка» в домашних и/или больничных условиях. Предполагается, что партнер имеет существенные (постоянные или временные) ограничения подвижности и, возможно, коммуникации с окружающими. Примеры: пациенты с поражениями головного и/или спинного мозга, тяжелыми травмами (лежачие больные); пациенты отделения реанимации и интенсивной терапии и т.д.

**Обеспечение:** ядро ИПС представляет собой вычислительную систему, снабженную специальными средствами коммуникации ИПС с партнером, средствами коммуникации партнера с окружающими, аудио-видео сенсорами и многочисленными медицинскими E-сенсорами (кардиомонитор, монитор ЭЭГ, E-фонендоскоп, монитор АД, датчики температуры и т.д.). Ядру ИПС подчиняются интеллектуальные (реабилитационные) тренажеры и домашние роботы.

**Задачи:** коммуникация с окружающими (для лиц с потерей речи) с использованием, в том числе, мобильной связи и ресурсов Интернет; управление роботами, осуществляющими те или иные операции по обслуживанию партнера; реализация класса задач ИПС «Собеседник»; мониторинг параметров состояния партнера с использованием набора датчиков; прогнозирование персональных угроз и сигнализирование окружающим о возможности реализации угроз; коррекция психоэмоционального состояния партнера с использованием всех доступных средств воздействия (аудио, видео, естественно-языковых и т.д.); выполнение лечебных и/или реабилитационных процедур с использованием доступных ресурсов (людей, роботов и т.д.); обеспечение возможности партнеру дистанционного управления домашними ресурсами; адаптация к требованиям партнера; непрерывное самообучение и совершенствование диалоговых средств.

**Заключение.** В работе рассмотрен новый класс интеллектуальных систем и особенности его аппаратного обеспечения. Разработан математический формализм для описания поставленных выше задач с учетом широкого спектра приборного обеспечения, включающего сенсоры, роботы, обратную биологическую связь.

## **Використання сучасних інформаційних технологій для отримання нових знань у онкологічній практиці**

**Є. Б. Радзішевська, Л. Я. Васильєв, Я. Е. Вікман**  
Інститут медичної радіології ім. С. П. Григор'єва АМНУ,  
Харків, Україна  
Харківський державний медичний університет, Україна

Рак грудної залози (РГЗ) є серйозною медичною і соціальною проблемою для більшості розвинутих країн світу. Кожного року у світі реєструється більш 650000 нових випадків РГЗ. Незважаючи на значні успіхи останніх 25 років у розумінні біології та клініки захворювання, а також кардинальні зміни у лікуванні цієї патології, проблема залишається високоактуальною.

Великий обсяг інформації, що міститься у паперових історіях хвороби потенційно являє собою потужну базу нових знань, здатних зробити вагомий внесок у розвиток медичної науки, удосконалити систему моніторингу та лікування хворих.

Так, зокрема, аналіз катамнестичних даних щодо перебігу хвороби у хворих на рак грудної залози (РГЗ) дозволив провести за допомогою сучасних комп'ютерних методів обробки інформації аналіз 20-річної виживаності пацієнок і визначити групи показників, що у своїй сукупності є прогностично інформативними за критеріями віддаленого за часом метастазування та запропоновувати алгоритм післяопераційного моніторингу.

В ході виконання роботи було перевірено гіпотези, що виникли під час багаторічної роботи спеціалістів Інституту медичної радіології ім. С. П. Григор'єва АМН України, у відношенні перебігу захворювання, а також методик їх лікування, перевірка яких до теперішнього часу була не можлива із-за відсутності електронного варіанту архівної бази даних та одержано нові знання. З архіву інституту історії хвороби відбиралися за критерієм можливості проведення оцінки 20-річної виживаності. Ураховуючи факт, що на той період ще не існувало фіксованого протоколу лікування хворих на РГЗ, була отримана можливість провести порівняльний аналіз різних схем променевої та хемотерапії.

Основними висновками з проведеного дослідження є такі:

- дані математичного аналізу про впливові фактори у хворих на РГЗ у групах з I–II та III–IV стадіями мають суттєво різний характер і тому поєднувати ці стадії для аналізу неприпустимо. Разом з цим виявлення такого факту за допомогою математичного аналізу свідчить про адекватність обраного методу і високу медичну значущість з точки зору отриманих знань;
- у хворих на РГЗ I–II стадій з підвищеним індексом маси тіла (ІМТ > 30), який розраховується як співвідношення ваги тіла у кілограмах та зросту у метрах, ризик виникнення віддалених метастазів у майбутньому нижча, чим у хворих з нормальним (ІМТ від 25 до 30) та зниженим (ІМТ < 25) індексом маси тіла. Відсутність позитивних лімфовузлів у хворих з підвищеним ІМТ підвищує позитивний прогноз. Ця тенденція не залежить від віку хворих;
- ризик виникнення віддалених метастазів в майбутньому у хворих на РГЗ I–II стадій не залежить від схем променевого лікування (доопераційна чи післяопераційна променева терапія). Зменшує ризик ад'ювантна хемотерапія після операції;
- встановлено, що ад'ювантна хемотерапія в разі наявності протипоказань для неї адекватно замінюється сумісним використанням доопераційної та післяопераційної променевої терапії. Використання цих схем поодиночі не є доцільним взагалі;
- піками максимально ризику виникнення віддалених метастазів є 2-ий, 5-ий, 8-ий, 12-ий, 15-ий та 18-ий роки після початку лікування;
- когорта хворих на РГЗ III–IV стадій характеризується надмірною вагою, високою кількістю пологів та абортів і байдужим ставленням до встановленого діагнозу. Найбільш ефективною схемою лікування хворих на РГЗ III–IV стадій, які підлягали оперативному втручання, в даних ретроспективного аналізу було комплексне лікування із застосуванням перед- та післяопераційних хемо- та променевої терапії. Виживаність таких хворих, незважаючи саму високу стадію захворювання на момент початку лікування була найвищою (медіана виживаності 2,92 роки проти медіани 1,76 років — найкращої з альтернативних схем (післяопераційні променева та хемотерапія)).

## Нечеткая диагностическая экспертная система

Л. Г. Раскин, О. В. Серая

Харківський національний технічний університет «ХП», Україна

Постановка діагнозу — типичний пример общей задачи оценивания состояния контролируемых объектов. Современная технология решения этой задачи — использование систем искусственного интеллекта (экспертных систем). Такая система преобразует набор измеренных значений  $x_1, x_2, \dots, x_n$  контролируемых параметров объекта в значение  $u$  — параметра, оценивающего состояние этого объекта. Неопределенность, неизбежно сопровождающая все этапы процедуры оценивания состояния объектов

с использованием ЭС, приводит к появлению и все более широкому использованию нечетких ЭС. Одной из наиболее известных таких систем является система нечеткого вывода Мамдани–Заде [Zadeh L. A., 1975]. Применительно к задаче оценки состояния объекта эта система работает следующим образом. Для каждого из возможных состояний объекта  $S_1, S_2, \dots, S_p$  формируются функции принадлежности контролируемых параметров  $\mu^{(k)}(x_j)$ ,  $k=1, 2, \dots, p$ ,  $j=1, 2, \dots, n$ , диапазону возможных своих значений, определяемому состоянием. В соответствии с этим при получении конкретного набора измеренных значений параметров  $X^{(0)} = \{x_1^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}\}$  осуществляется вычисление значений функций принадлежности  $\mu^{(k)}(X_j^{(0)})$ ,  $k=1, 2, \dots, p$ ,  $j=1, 2, \dots, n$ . Далее значения функций принадлежности, относящиеся к каждому из состояний, агрегируются (чаще всего с использованием операции логического суммирования). При этом получают

$$\mu^{(k)}(X^{(0)}) = \max\{\mu^{(k)}(x_1^{(0)}), \mu^{(k)}(x_2^{(0)}), \dots, \mu^{(k)}(x_n^{(0)})\} \\ k = 1, 2, \dots, p.$$

Завершающей является операция дефuzziфикации. Недостатки описанной процедуры достаточно очевидны: снижение точности диагностики состояния за счет агрегирования, а также неоднозначность трактовки результата операции дефuzziфикации. Другой подход, не требующий дефuzziфикации, реализован в модели нечеткого вывода Такаги–Сугено [Takagi T., Sugeno M., 1985]. Слабые звенья этой процедуры: необоснованный выбор структуры уравнения регрессии и использование операции логического умножения при расчете весовых коэффициентов. Принципиально другая идея реализуется в предложенной в [Серая О. В., 2001] нечеткой байесовой ЭС. В этой системе нечеткость исходных данных отображается в описании с помощью функций принадлежности  $\mu^{(k)}(x_j)$  нечетких значений априорных вероятностей наблюдения значений контролируемых параметров  $x_j$  при условии, что объект находится в состоянии  $S_k$ . Байесова система преобразует контролируемый набор параметров  $X^{(0)}$  с учетом совокупности  $\{\mu^{(k)}(x_j^{(0)})\}$  в набор апостериорных вероятностей  $P = (S_k/X^{(0)})$ ,  $k=1, 2, \dots, p$ . Понятно, что нечеткость исходных данных навязывает нечеткость результата. В [Серая О. В., 2001] нечеткие априорные вероятности описаны треугольными функциями принадлежности. Исчерпывающий результат состоял бы в получении функций принадлежности апостериорных вероятностей состояний. К сожалению, в [Серая О. В., 2001] содержится лишь паллиативное решение задачи: получены формулы для расчета носителей нечетких чисел, описывающих апостериорное распределение вероятностей состояний.

Цель этой работы состоит в разработке процедуры расчета функций принадлежности для апостериорных вероятностей состояний объекта.

Пусть по результатам предварительной обработки реальных данных или экспертного оценивания получены основные статистические характеристики (математическое ожидание и дисперсия) значений априорных вероятностей наблюдения каждого из контролируемых параметров  $x_j$ ,  $j=1, 2, \dots, n$ , при условии, что объект находится в каждом из возможных состояний  $S_1, S_2, \dots, S_p$  то есть имеются наборы  $(m_1^{(k)}, m_2^{(k)}, \dots, m_n^{(k)})$ ,  $(D_1^{(k)}, D_2^{(k)}, \dots, D_n^{(k)})$ ,  $k=1, 2, \dots, p$ .

В результате последовательного применения формул Байеса отыскивается набор апостериорных вероятностей состояний объекта в ситуации, когда в результате контроля получен вектор значений параметров  $X^{(0)} = (x_1^{(0)}, \dots, x_n^{(0)})$ . Поставим задачу расчета функций принадлежности нечетких значений апостериорных вероятностей состояний объекта

$$P\left(\frac{S_k}{x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}}\right) \quad k = 1, 2, \dots, p.$$

Оценим математическое ожидание и дисперсию апостериорных вероятностей.

$$M \left[ P \left( \frac{S_k}{x_i^{(k)}} \right) \right] = M \left[ \frac{P \left( \frac{x_i^{(k)}}{S_k} \right) \cdot P(Y, S_k)}{\sum_{k=1}^p P \left( \frac{x_i^{(k)}}{S_k} \right) \cdot P(Y, S_k)} \right] = \frac{m_i^{(k)} \cdot P(Y, S_k)}{\sum_{k=1}^p m_i^{(k)} \cdot P(Y, S_k)}$$

Для оценки дисперсии величины  $P \left( \frac{S_k}{x_i^{(k)}} \right)$  используем следующее известное соотношение: для независимых случайных величин  $X$  и  $Y$ :

$$D[XY] = D^2[X] + D^2[Y] + M^2[X] \cdot D[Y] + M^2[Y] \cdot D[X]$$

Таким образом, в конце концов будут получены наборы значений математического ожидания ( $m_A^{(1)}, m_A^{(2)}, \dots, m_A^{(p)}$ ) и дисперсии ( $D_A^{(1)}, D_A^{(2)}, \dots, D_A^{(p)}$ ) для всех компонентов апостериорного распределения вероятностей состояний объекта. С использованием этих наборов естественно для описания функций принадлежности соответствующих нечетких чисел выбрать гауссовы модели

$$\mu_A(PY, S_k) = \exp \left\{ - \frac{(PY, S_k) - m_A^{(k)}}{2D_A^{(k)}} \right\}, \quad k = 1, 2, \dots, p.$$

Таким образом, получены соотношения для описания функций принадлежности апостериорных вероятностей состояний объекта в нечеткой баэсовой экспертной системе, в которой неопределенность входа задается значениями статистических характеристик априорных вероятностей.

### Сравнительный анализ мер информативности в прогнозе 5-летней смертности больных ИБС пожилого и старческого возраста

Г. А. Розыходжаева<sup>1</sup>, Е. Н. Згуральская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центральная клиническая больница №1 Медико-санитарного объединения, Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup>Национальный Университет Узбекистана им. М. Улугбека, Ташкент

Интеллектуальные методы обработки данных в настоящее время находят широкое применение в слабоформализуемых областях знания, что объясняется возможностью обнаружения скрытых закономерностей в экспериментальных данных в отличие от других методов анализа. Ведущая роль в интеллектуальных методах обработки информации отводится применению искусственных нейронных сетей (ИНС) как альтернативе статистическим методам анализа.

Извлечение новых знаний в нейроэкспертных системах реализуется эвристическими методами с помощью критериев логической прозрачности, которые в качестве нестрогих рекомендаций предлагаются специалистами в конкретных предметных областях. Среди многочисленных известных моделей ИНС наиболее популярными являются многослойные нейронные сети, обучаемые традиционно с помощью интерактивных градиентных алгоритмов многомерной нелинейной оптимизации. Известно, что сходимость итеративных алгоритмов обучения многослойных нейронных сетей зависит от размерности обучающих данных, начальных значений весов, а также от задаваемой максимальной допустимой общей ошибки обучения (критерий качества обучения) и количества допустимых циклов обучения (критерий длительности обучения). Кардинальное изменение ситуации произошло при использовании новых методов синтеза ИНС с минимальной конфигурацией, в основе которых лежит решение задачи о минимальном покрытии. Благодаря этому процесс извлечения знаний из таблиц «объект–свойство» имеет строгую доказательную математическую базу. Процессы принятия решения выражаются в отборе информативных признаков для разнотипных, качественных, количественных данных с пробелами [Игнатъев Н. А., Мадрахимов Ш. Ф., 2003].

Целью проведенного исследования было сравнение качественных предикторов 5-летней смертности 312 больных ИБС старше 60 лет, вычисленных двумя методами: по критерию Кульбака и по методу ИНС. Базу данных составили результаты, полученные при исследовании пациентов с ИБС старше 60 лет в ЦКБ №1 МСО МЗ Республики Узбекистан [Розыходжаева Г. А., Игнатъева Е. Н., 2006].

В данном исследовании особое внимание акцентировалось на качественных параметрах клинического наблюдения, классических факторах риска ИБС, сопутствующую патологию, число госпитализаций за период наблюдения (всего 33 качественных параметра). Среди наиболее информативных параметров следует отметить наличие 5 и более сопутствующих заболеваний, особенно сахарного диабета, артериальной гипертонии и повышенной массы тела. В группе больных с неблагоприятным исходом информативным было 6 и более госпитализаций за период наблюдения, что говорит в пользу тяжести заболевания. Пол был слабо связан со смертностью (0,245), что подтвердилось отсутствием существенной суммарной информативности по методу Кульбака (0,102). С ростом функционального класса сердечной недостаточности растет и вероятность смерти (суммарная информативность по Кульбаку и по методу ИНС (0,53 и 0,3 соотв)). Выявленные изменения ЭКГ (блокада левой ножки пучка Гиса, атриовентрикулярная блокада) не были существенно связаны со смертностью по обоим методам. Наличие же мерцательной аритмии у пациентов оказывало (хотя и слабое) влияние на летальность. Изучение специфической причинной связи степени каротидного атеросклероза со смертностью показало информативность для прогноза лишь 3 степени, что отражает существенную роль в предопределении летальности распространенности генерализованного атеросклероза и возрастания риска его сосудистых осложнений.

Итак, выявление качественных параметров — предикторов риска летальности в старших возрастных группах, имеет очень большое значение. При сравнении двух методов оценки информативности, метод ИНС дает более близкую к истине содержательную интерпретацию результатов, чем метод Кульбака. Это означает, что предложенный в работе метод преодолевает «барьер усреднения», характерный для любого статистического метода.

### Программно-аппаратный комплекс для диагностики психофизиологического состояния пользователей ПК

Л. Ф. Сайковская

Харьковский национальный университет радиозлектроники, Украина

Современный этап научно-технического прогресса существенным образом изменил не только средства производства, но и саму техносреду деятельности человека, в том числе непосредственно связанную с его зрением. Широкое внедрение компьютеров в повседневную жизнь все больше приводит к тому, что миллионы пользователей (операторов) в самых различных отраслях большую часть времени проводят за экраном видеодисплейного терминала (ВДТ). С другой стороны особое практическое значение имеет тот фактор, что само изображение на экране дисплея отличается от других видов предъявления информации, и именно эти отличия не только сказываются на качестве зрительного восприятия, но и способны оказывать неблагоприятное воздействие на зрительные функции.

Многолетний опыт использования электронных средств отображения информации (ЭСОИ) показывает, что влияние на оператора оказывает не только физические факторы, а и напряженная зрительная работа. Причем это влияние в значительной степени зависит от возраста пользователя, его рефракции, состояния функциональных показателей зрительной системы, а также от интенсивности и длительности работы с монитором. В процессе длительной

непрерывной работы у операторов возникают характерные жалобы, описанные в литературе в виде синдрома зрительной астенопии (зрительного утомления), общее утомление, влияющие на уровень профессиональной надежности.

Для оценки физиологического и психофизиологического состояния пользователей ПК в течение рабочего дня предложен комплекс, структурная схема которого показана на рисунке 1.

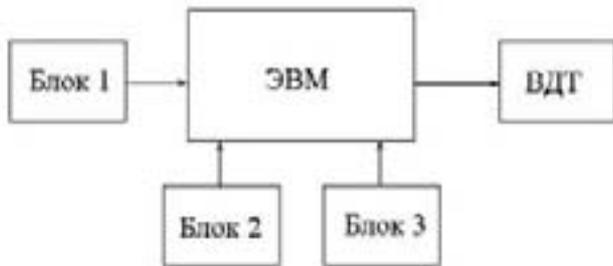


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса для оценки психофизиологического состояния пользователей.

Комплекс состоит из нескольких блоков. Блок 1 предназначен для исследования функционального состояния центральной нервной системы и различных областей зрительной системы. В его состав входят рефлексометры разных типов, позволяющие определить степень проявления рефлекторных реакций, прибор для измерения критической частоты слияния мельканий и тремомер для оценки величины тремора мышц.

Все большее распространение в последние годы приобрел метод электропунктурной диагностики (ЭПД), базирующийся на измерении биоэлектрических параметров в репрезентативных точках акупунктуры. Кожные потенциалы зависят от неодинаковой поляризации слоев кожи, зарегистрированные реакции кожных потенциалов имеют форму одно- или двухфазных колебаний. Отрицательная фаза связана с выделением адреналина симпатическими окончаниями в коже, а положительная — с активностью потовых желез. Оба эти факта определяют величину исходного электрокожного сопротивления и импеданс кожи у человека.

Достоверность результатов исследования в этом случае определяется погрешностями измерений, которые зависят как от используемых датчиковых систем, так и методов регистрации. Благодаря достоверности метода ЭПД и простоте его реализации он широко используется в инженерно-психологических и медико-биологических исследованиях, особенно при оценке уровня психоэмоциональной напряженности оператора. Базовыми методами реализации стали методы ЭПД, основанные на измерении электрокожного сопротивления: метод Накатани и метод Фолля.

Блок 2 предназначен для исследования функционально-энергетических характеристик организма. Для этого в комплекс включен прибор для определения электрокожного сопротивления. Измерение ЭКС осуществляется при помощи двухэлектродной датчиковой системы, включающей два металлических (измерительный и индифферентный) электрода, в репрезентативных точках акупунктуры, отвечающих за зрительную систему и центральную нервную систему.

Блок 3 предназначен для проведения психофизиологических исследований. С этой целью используется ряд компьютерных программ, позволяющих как предъявлять требуемые тесты (или задания), так и рассчитывать соответствующие показатели. В предлагаемой структуре комплекса для этих целей служат тест ТРАНС и текстовый тест. Текстовый тест позволяет, с одной стороны, смоделировать на компьютере производственное или учебное задание пользователя, с другой — рассчитать целый ряд показателей, характеризующих работоспособность. С помощью теста в автоматическом режиме можно определить скорость переработки информации, качество (по количеству допущенных ошибок), зрительную продуктивность и др.

Для накопления, хранения и обработки полученной информации используется ЭВМ.

На основании исследований психофизиологического состояния пользователей в течение рабочего дня можно разработать такие режимы труда и отдыха, которые позволят улучшить самочувствие, будут способствовать сохранению здоровья, а также повысят эффективность трудовой деятельности.

## Ритмокардиография, как метод оценки вегетотропных эффектов нитратов у больных стенокардией

*Э. А. Сафронова, И. М. Шадрин, В. В. Мыльников  
ГОУ ВПО «ЧелГМА Росздрави», Челябинск, РФ*

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) является ведущей причиной инвалидности и смертности трудоспособного населения во всем мире. Больные стенокардией, включая перенесших инфаркт миокарда, составляют самую многочисленную группу больных ИБС (Лупанов В. П., Агеев Ф. Т., 2004). По данным исследования АТР survey, а также традиционно в России на этапе амбулаторного лечения нитраты назначаются при стабильной стенокардии довольно часто: 12% — в режиме монотерапии и 75% — в сочетании с другими антиангинальными средствами. При ИБС возникают определенные нарушения пейсмекерной активности синусового узла (СУ), что показано в работах Мироновой Т. Ф., Миронова В. А. (2006). Однако остаются неизученными вегетотропные эффекты нитратов, что определяет актуальность изучения данной проблемы. Оценивалось влияние органических нитратов на периферическую регуляцию пейсмекерной активности СУ. Были обследованы 25 мужчин со стабильной стенокардией (средний возраст 51,39±7,6 года). Стенокардию напряжения 2 функционального класса имели 8 пациентов, остальные — 3 функционального класса. Всем больным проводились ЭКГ, ЭХОКС, суточное мониторирование. 18 человек в анамнезе перенесли острый инфаркт миокарда. Проведена операция аорто-коронарного шунтирования 6 больным. Кроме стандартных методов, использовался метод ритмокардиографии высокого разрешения на аппаратно-программном комплексе КАП-РК-01-«Микор» с автоматизированным временным и спектральным анализом волновой структуры последовательного ряда межсистолических интервалов синусового ритма сердца. Регистрация и анализ временных пауз между сокращениями сердца осуществлялись с дискретизацией электрокардио-сигнала в 1000 Гц. Синхронно с ритмокардиограммой (РКГ) на экране регистрировалась ЭКГ с возможностью сохранения 5 её фрагментов для детального анализа. В физиологической основе метода — оценка периферической вегетативной постганглионарной симпато-парасимпатической регуляции пейсмекерной активности синоаурикулярного узла и влияния на нее гуморально-метаболических воздействий. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) исследовалась исходно в позе лежания (Ph), в парасимпатическом маневре Вальсальвы (Vm), в пробах гуморальной Ашнера (pA), симпатической ортостатической (Aop), а также с дозированной нагрузкой (PWC). В каждой позиции оценивались 260-300 интервалов. В стационарной части РКГ выделялись показатели временного анализа: средний интервал RR, среднеквадратические отклонения амплитуд общей колеблемости пауз  $\sigma_{RR}$ , гуморальных, симпатических и пара-симпатических волн ВСР —  $\sigma_l$ ,  $\sigma_m$ ,  $\sigma_s$ . В частотном анализе непараметрическим периодограммным методом с быстрым преобразованием Фурье и спектральными окнами Хамминга и Парсена определялось соотношение трех названных воздействий на CP —  $\sigma_l$ ,  $\sigma_m\%$ ,  $\sigma_s\%$ , соответствующих VLF%, LF%, HF%. В разные дни проводили регистрацию РКГ до и через 1 час после приема 20 мг изосорбида мононитрата (моносана) или 10 мг изосорбида динитрата (нитросорбида) или 1 таблетки пролонгированного глицерилтринитрата (сустакафорте) или через 2 минуты после сублингвального приема 0,5 мг коротко-действующего глицерилтринитрата (нитроглицерина) или

1 дозы нитроспрея. Значения РКГ регистрировались утром до приема основной терапии (ацетилсалициловая кислота 0,125 г в сутки,  $\beta$ -блокаторы, статины, ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента). Каждому больному РКГ-исследование проводилось от 5 до 10 раз.

В общем спектре после приема нитроглицерина по сравнению с исходным состоянием достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличивалось содержание гуморально-метаболических волн: в рН  $\sigma 1\%$  с  $53,338 \pm 18,595$  до  $66,184 \pm 14,921$  ( $t=2,16$ ); в Vm  $\sigma 1\%$  с  $0,016 \pm 0,006$  до  $0,022 \pm 0,008$  ( $t=2,23$ ), уменьшалась доля парасимпатических волн ( $\sigma s\%$ ) в рН с  $23,183 \pm 18,356$  до  $10,456 \pm 6,104$  ( $t=2,63$ ) и Vm с  $21,892 \pm 16,004$  до  $10,737 \pm 6,514$  ( $t=2,58$ ). После принятия нитроспрея в рН достоверно ( $p < 0,05$ ) уменьшалось парасимпатическое влияние ( $\sigma s\%$ ) с  $28,79 \pm 24,412$  до  $11,191 \pm 13,037$  ( $t=2,11$ ) и увеличивалось гуморально-метаболическая регуляция ( $\sigma 1\%$ ) с  $44,581 \pm 21,444$  до  $66,674 \pm 18,948$  ( $t=2,56$ ).

После использования 10 мг изосорбида динитрата (ИЗД) отмечалась тенденция к увеличению симпатического воздействия ( $\sigma m\%$ ) в пробах: Vm, Pa, PWC. Также наблюдалась направленность к снижению доли парасимпатических волн ( $\sigma s\%$ ) в Pa с  $25,982 \pm 20,132$  до  $20,9 \pm 17,534$  ( $t=0,63$ ), увеличению гуморально-метаболического влияния ( $\sigma 1$ ) в рН и Vm: с  $0,021 \pm 0,009$  до  $0,024 \pm 0,008$  ( $t=0,64$ ) и с  $0,017 \pm 0,01$  до  $0,02 \pm 0,007$  ( $t=0,66$ ). После приема 20 мг изосорбида мононитрата (ИЗМ) регистрировалась тенденция к повышению в Pa  $\sigma 1$  с  $0,017 \pm 0,008$  до  $0,025 \pm 0,015$  ( $t=1,5$ ),  $\sigma 1\%$  с  $46,986 \pm 22,25$  до  $60,94 \pm 18,53$  ( $t=1,52$ ), снижению  $\sigma s\%$  в Pa с  $27,156 \pm 12,9$  до  $16,747 \pm 12,274$  ( $t=1,85$ ), AOP с  $23,238 \pm 25,372$  до  $12,294 \pm 9,932$  ( $t=1,27$ ).

После принятия пролонгированного глицерилтринитрата наблюдалась склонность к увеличению гуморально-метаболических волн ( $\sigma 1$ ) в Vm и AOP, более выраженная в AOP: с  $0,018 \pm 0,007$  до  $0,025 \pm 0,011$  ( $t=1,51$ ).

Несмотря на разовое применение нитратов, получено достоверное повышение гуморальной и снижение парасимпатической регуляции после приема короткодействующего глицерилтринитрата, тенденция к увеличению симпатического и гуморально-метаболического, уменьшению парасимпатического воздействия после использования ИЗМ или ИЗД, но после воздействия последнего регистрируется более выраженное повышение симпатической регуляции. Спустя 1 час после принятия внутрь пролонгированного глицерилтринитрата отмечалась тенденция к увеличению гуморально-метаболического влияния.

В целом, это можно отнести к отрицательной динамике, так как в норме парасимпатическая периодика должна преобладать. РКГ исследование является методом оценки периферической автономной регуляции СУ у больных стенокардией и позволяет исследовать вегетотропные эффекты нитратов. В кратковременном контролируемом мониторинге предварительно выявлено усиление гуморального влияния в СУ под влиянием органических нитратов за счет угнетения симпато-парасимпатической регуляции.

Результаты исследования манифестируют возможности индивидуального выбора лекарственной терапии с помощью высокоразрешающего анализа ВСР, а также ранее неопisanную разнонаправленную автономную периферическую фармакодинамику группы нитратов у больных ИБС и стенокардией 2 и 3 функционального класса.

## Оздоровление как проблема управления здоровьем

**Е. И. Семчинская**

*Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН и МОН Украины, Киев*

Понятие «оздоровление» связано с восстановлением и повышением функциональных резервов и адаптивных способностей организма, сниженных в процессе неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды. Фактически мы говорим о скрытых возможностях человеческого организма, которые реализуются в

стрессогенных условиях. Под функциональными резервами понимается высокоэффективная работа координирующей и управляющей компоненты организма по стабилизации функционирования всех внутренних органов и систем, т.е. поддержанию гомеостаза.

Резервы адаптации специфически проявляются на всех уровнях организации живой материи — от варьирования числа активно функционирующих структур на молекулярном и клеточном уровнях до повышения эффективности работы различных органов и систем на уровне целостного организма. Реакции адаптации подразделяют на срочные и долговременные, врожденные и приобретенные. Говоря об оздоровлении человека, мы касаемся вопросов формирования долговременной адаптации. Она развивается на основе многократной реализации срочной адаптации в результате многократного действия определенных факторов, постепенно приводя к морфофункциональным и регуляторным перестройкам, обуславливающим переход организма в новое стрессоустойчивое качество. Эта закономерность формирования долговременной адаптации путем активации эндогенных биорегуляторов, лежит в основе общих механизмов действия систем оздоровления.

В методологическом плане можно выделить три основных вида оздоровительных технологий: информационно-диагностические (оценка не проявлений и признаков болезней в привычной их классификации, а нарушений работы координирующего и управляющего комплекса организма и системной организации важнейших физиологических функций), корригирующие (оздоровительно-профилактические методики) и информационно-обучающие.

При теоретическом исследовании оздоровительных технологий целесообразно применение информационных технологий с учетом реальных физиологических процессов организма, достижений современной медицины, результатов биохимических исследований и показателей нормальной физиологии человека. При этом полезным представляется также и обращение к традиционным этническим системам оздоровления, исторически сложившимся региональным и этническим учениям о здоровом образе жизни, знаниям многовековых традиций здорового образа жизни и профилактики заболеваний.

Следует отметить также важность интеграции информационных методик оценки компонент здоровья и оздоровительно-профилактических рекомендаций по их восстановительной коррекции. Говоря о главных принципах оздоровительно-профилактических информационных методик, выделим следующие:

1. Модульный принцип оценки состояния различных статусов и компонент здоровья.
2. Экспрессивность и неинвазивность информационных методик.
3. Интегральная оценка состояния организма для оптимизации оздоровительно-профилактических мероприятий.

Поскольку каждый человек имеет свой набор таких характеристик и особенностей, как климатическая зона проживания, наследственность, физическая конституция, темперамент, национальные особенности, профессия, текущее состояние здоровья и т.д., не может быть единой программы оздоровления. Составленная и рекомендованная программа может послужить только стартовым вариантом. Постепенно у каждого сложится своя индивидуальная программа поддержания здоровья и повседневного здорового образа жизни.

Проведя информационный анализ большого числа разнообразных методов оздоровления, нам представляется возможным выделить основные группы факторов, которые могут быть использованы в процессе профилактически-оздоровительных мероприятий по повышению функциональных резервов и адаптивных способностей человека. При этом следует отметить доступность основных немедикаментозных технологий для самооздоровления широкого круга людей.

Среди основных групп методов, используемых в профилактически-оздоровительных мероприятиях отметим следующие:

- дыхательные методики;

- физические упражнения;
- сбалансированное рациональное питание;
- температурные факторы (включая SPA-процедуры);
- массаж (методы точечного и общего массажа);
- приемы гармонизации психо-эмоционального состояния.

Вышеперечисленные группы методов могут быть использованы как базовая основа для создания индивидуальных программ оздоровления.

В заключение отметим, что сознательное самооздоровление с применением оздоровительно-профилактических методик имеет большое личностное и социальное значение, поскольку способствует формированию здорового образа жизни, культуры здоровья и противостоит последствиям вредных привычек и негативным социальным явлениям.

### Цифровая обработка электрофизиологических и морфометрических данных

*И. К. Смоляренко, О. А. Шугуров, О. О. Шугуров*

*Днепропетровский национальный университет, Украина*

Для обработки электрофизиологических или морфометрических изображений используют сложную технику, совмещающую как оптический, так и цифровой (включая программное обеспечение) компоненты. Для оцифровки сигналов используют разного типа дигитайзеры, анализ двумерных изображений еще более сложен. Например, система морфометрического анализа «Морфоквант», осуществляет захват изображения участка гистологического среза и его дальнейшую обработку (фильтрация, измерение). При работе на указанной системе исследователь применяя ручной манипулятор очерчивает участок изображения и с помощью программных методов оцифровывает его. Примером могут быть работы, в которых применяли указанный анализатор для определения линейных параметров нейронов до и после облучения мозга рентгеновскими волнами [Русакон Д. А., Клеринг П. Г., 1988] или низкоинтенсивным лазером оптического диапазона [Щербатых Ю. В., Клеринг П. Г., Дворецкий А. И., 1986].

С одной стороны подобные системы весьма дорогие, с другой — итоговая информация об исследуемом нейроне весьма скудная, поскольку оцифровывается не весь образец, а только указанные экспериментатором его части. Целью работы была попытка получения более полной информации о электрофизиологических потенциалах и морфометрических параметрах нейронов путем дополнительной оцифровки образцов с возможностью использования информации для дальнейшей всесторонней статистической обработки данных.

Для этого была разработана программное средство на языке высокого уровня С, состоящее из двух функционально разных блоков. Первый осуществляет преобразование изображения размером  $100 \times 100$  пикселей из серого в битовое черно белое (перед этим можно изменять градацию черного от 0 до 255 для изменения контраста изображения). Далее производится запись изображения в текстовый файл в виде набора из 0 или 1 в матрицу массива данных размером  $100 \times 100$ . После этого каждая точка А изображения (независимо от того, это сигнал или изображение) становится носителем координатных значений X и Y, соответствующих ширине и высоте изображения.

Вторая часть программного средства осуществляет преобразование и математическую обработку оцифрованного изображения или сигнала. В случае, если это некий сигнал во времени, то он усредняется по всем точкам с координатами  $A_1(Y_1, X_1)$ ;  $A_2(Y_2, X_2)$ ; ...  $A_{100}(Y_{100}, X_{100})$ . Далее идет переход на точку  $X_1$  и т.д. до временной оси, соответствующей  $X_{100}$ . Оцифрованный потенциал вносят в базу данных для дальнейшего анализа или изменяя визуальную «ширину» сигнала сохраняют для использования в виде графического изображения.

Если оцифровке подвергается двумерное морфометрическое изображение, то его обработка идет иным образом. Используя

начальную информативную точку изображения (черная на белом фоне) со значением  $A_1(Y_1, X_1)$  программа последовательно выбирает значения всех других черных точек  $A_n(Y_n, X_n)$ ; используя правило определения абсолютных значений для векторов. Таким образом находится максимальное и минимальное значения, соответствующие продольному и поперечному диаметру нейрона. Аналогичным образом используя полученные значения и определив площадь сечения клетки программа переходит к ядру, рассматривая его как некий массив белых точек в пространстве черных. Далее находят параметры ядра, по которым определяются объем клетки и ядра, ядерно-цитоплазматическое отношение, сплюснутость сомы и ядра и другие параметры.

Данная программа успешно использовалась при исследовании влияния волн СВЧ (10 ГГц) нетепловой интенсивности на нервную систему. Образцы срезов мозга фотографировались на цифровой носитель и обрабатывались на ЭВМ. Несмотря на то, что точность оценки параметров клетки описанным методом и при использовании системы «Морфоквант» были примерно одинаковы, предложенная программа не допускает «ручного очерчивания» исследуемого изображения, и в этом смысле является более объективной. Программное средство не требует сложной аппаратуры, простое в работе и поэтому может рекомендоваться для измерения как электрофизиологических сигналов, так и медицинских изображений.

### Вариабельность сердечного ритма при кардиопатиях у больных с профессиональными заболеваниями

*Т. А. Соколова, Е. В. Давыдова*

*ГОУ ВПО «ЧелГМА Росздрава», Челябинск, РФ*

Целью исследования явилось изучение нарушений периферической вегетативной регуляции пейсмерной активности синусового узла (СУ) в патогенезе кардиоваскулярных нарушений при хроническом воздействии вредных факторов производственной среды (вибрация, фиброгенная пыль).

Было обследовано 450 стажированных рабочих. Из их числа выделено 69 пациентов с вибрационной болезнью от локальной вибрации 1–2 степени (группа ВВ); 62 пациента с пневмокониозом (группа ПК); 73 пациента с сочетанием пневмокониоза и вибрационной болезни от локальной вибрации 1–2 степени (группа ВВПК). Контроль (группа К) составили 68 здоровых мужчин, проходивших разнопрофильное обследование во время медицинских осмотров на предприятиях города. Все включенные в исследование лица были мужского пола и сопоставимого возраста.

Помимо стандартного кардиологического обследования (ЭКГ, ХМ, ЭхоКГ) изучалась вариабельность сердечного ритма (ВСР) на КАП-РК-01-«Микор» с временным статистическим и спектральным анализом волновой структуры колебаний межсистолических интервалов. Измерение и регистрация электрокардиосигнала была высокой — 1000 Гц. В ритмокардиографическом (РКГ) исследовании синхронно в реальном текущем времени регистрировалась ЭКГ. Частотный анализ был непараметрическим, с быстрым преобразованием Фурье. Использовались стандарты измерения и интерпретации ВСР, предложенные в Task Force (1996) и Российских рекомендациях (2002). ВСР регистрировалась в коротких записях по 300 интервалов в каждой ритмокардиограмме (РКГ) в покое и в пробах: Вальсальвы, Ашнера, активной ортостатической и субмаксимальной нагрузочной (Ph, Vm, pA, Aop, PWC120). В статистическом анализе выделялись показатели: RR (NN), RR (SDNN), среднеквадратические отклонения  $\sigma_1$ ,  $\sigma_2$ ,  $\sigma_3$  и их спектральные аналоги в виде долей в процентном отношении к тотальному спектру (TP) — очень низкочастотная ( $\sigma_1\%$ ), низкочастотная ( $\sigma_2\%$ ), высокочастотная ( $\sigma_3\%$ ) периодика CP (соответствуют VLF%, LF%, HF%), сопряженные преимущественно с гуморальным, симпатическим и парасимпатическим влияниями в СУ, соответственно. Пери-

оды стимуляции в тестах оценивались по максимальной реакции на стимулы ( $\Delta RR$ ), времени ее достижения ( $t_{AB}$ ) и восстановления ( $tr$ ). Нестационарности устранялись автоматически перед анализом четырьмя способами редактирования с интерполяцией средних интервалов. Сочетание временного статистического анализа в программном обеспечении создавало дополнительные возможности для физиологической интерпретации полученных результатов.

При сопоставлении РКГ показателей в исследованных группах больных получены достоверные отличия от контрольных показателей. Во всех пробах средние величины интегрального показателя RR (NN) у больных ВБ, ПК и ВБПК были достоверно снижены, при  $t=3,23-7,26$  ( $p<0,05$ ). Общая дисперсия ВСР (SDNN) была также высокостатистически снижена:  $\sigma_{RR} = 0,054 \pm 0,004$ ;  $\sigma_{RR_{ВБ}} = 0,029 \pm 0,008$ , ( $t=8,41$ );  $\sigma_{RR_{ПК}} = 0,036 \pm 0,008$ , ( $t=6,25$ );  $\sigma_{RR_{ВБПК}} = 0,019 \pm 0,003$ , ( $t=10,7$ ), т.е. при ( $p<0,001$ ). Различия  $\sigma_{RR}$  (SDNN) между группами сравнения также были достоверны ( $p<0,05$ ). ARA — амплитуда дыхательной аритмии в гр. ВБ в 4 раза, в гр. ПК в 3,3 раза, в гр. ВБПК в 4,6 раза ниже контроля при  $t=7,31-13,15$  ( $p<0,001$ ). Достоверным было различие и при сравнении групп между собой  $t=2,99-15,78$ . Во всех пробах найдено снижение средних значений временных показателей парасимпатической  $\sigma_s$  (HF) и симпатической  $\sigma_m$  (LF) регуляции:  $\sigma_{s_{ВБ}} = 0,039 \pm 0,018$ ;  $\sigma_{s_{ПК}} = 0,010 \pm 0,003$ ,  $t=10,93$ ;  $\sigma_{s_{ВБПК}} = 0,018 \pm 0,002$ ,  $t=9,26$ ;  $\sigma_{m_{ВБ}} = 0,007 \pm 0,003$ ,  $t=11,07$ ;  $\sigma_{m_{ПК}} = 0,024 \pm 0,008$ ;  $\sigma_{m_{ВБ}} = 0,014 \pm 0,005$ ,  $t=7,48$ ;  $\sigma_{m_{ВБПК}} = 0,018 \pm 0,003$ ,  $t=6,37$ ;  $\sigma_{m_{ВБПК}} = 0,009 \pm 0,003$ ,  $t=10,61$ . Отличия по временному показателю, связанному с гуморально-метаболическим влиянием на СР  $\sigma_l$  оказались менее выраженными:  $\sigma_{l_{ВБ}} = 0,026 \pm 0,012$ ;  $\sigma_{l_{ПК}} = 0,022 \pm 0,007$ ,  $t=1,97$ ;  $\sigma_{l_{ВБПК}} = 0,024 \pm 0,001$ ,  $t=0,98$ ;  $\sigma_{l_{ВБПК}} = 0,015 \pm 0,003$ ,  $t=5,61$ . В распределении регулирующих влияний в СУ по данным спектрального анализа во всех пробах значительно изменилась регуляция в сторону увеличения гуморально-метаболического воздействия — относительно нормы более чем в 2 раза в гр. ВБ; в 2,1 раза в гр. ПК; в 2,5 раза в гр. ВБПК за счет снижения парасимпатических показателей ВСР. Время достижения максимального результата ( $t_{AB}$ ) и время восстановления после действия стимула ( $tr$ ) в пробах увеличились достоверно ( $p<0,001$ ) и наиболее выражено в гр. ВБПК.

Таким образом, общее снижение ВСР, замедленные и сниженные реакции на стимулы и длительное восстановление после их действия предполагали, что хронотропные эффекты в СУ развивались медленно и недостаточно в связи с дисрегуляцией пейсмекерных клеток в СУ.

Эти изменения отражали процессы ремоделирования на синаптическом уровне с формированием функциональных нарушений в пейсмекерах СУ и изменений рецепторов пресинаптической мембраны под влиянием неблагоприятных для здоровья условий труда.

Известно, что стабилизация СР является предвестником и маркером органических изменений в сердце в целом, и в синусовом узле в частности. (Malik M., 1995; Schwartz, 1995; Kleiger, 1995 и др.) Найденные неспецифические признаки автономной денервации и функциональных изменений в пейсмекерах СУ без клинической манифестации заболевания можно расценивать как субклинические проявления кардиопатии при профессиональном заболевании. На его фоне в последующем формируется клиника ишемического и неишемического поражения более тяжелая, нежели у лиц с более благоприятными условиями труда.

Результаты свидетельствовали о том, что у всех пациентов состоялось переключение руководства синусовым ритмом сердца на недостаточно и медленно регулирующий гуморально-метаболический уровень, неспособный обеспечить адекватное и достаточное реагирование на стимулы, что предполагало уже начавшееся формирование автономной кардионейропатии. При этом у больных с сочетанной профессиональной патологией — ВБПК выявлены наиболее выраженные дисрегуляции в СУ. По-видимому, процессы ремоделирования в СУ наиболее интенсивны при взаимно потенцирующем влиянии вредных факторов производства. В целом,

выраженность ВСР данных свидетельствовала о суммации патологических эффектов у больных с новообразованием соединительной ткани при фиброзе в легких и срывом регуляторных процессов от хронического сочетанного воздействия фиброгенной пыли и производственной вибрации.

## Эффективность лечения и вегетативная регуляция при рассеянном склерозе

**Ю. Н. Сорокин**

*ЛГМУ, Луганск, Украина*

Цель: исследование вегетативной регуляции у больных рассеянным склерозом во время пассивной ортостатической пробы.

Объект: 88 пациентов (средний возраст 37,3±14,6; средний балл по шкале EDSS 6,1±14,8).

Методы: вариабельность сердечного ритма (ВСР) в соответствии с международными «Стандартами измерения, физиологической интерпретации и клинического использования» (1996) и работами российских ученых (Баевский Р. М. и соавт., 1984) при помощи программ сбора, предварительного и ретроспективного анализа (Воробьев К. П., 2000).

Результаты: при проведении корреляционного анализа тяжесть состояния по шкале EDSS оказалась связанной с индексом напряжения регуляторных систем (коэффициент корреляции Спирмена  $r=0,21$ ;  $p=0,050$ ) и имела обратную взаимозависимость с показателями парасимпатического (SDNN —  $r=0,24$  при  $p=0,025$ ; RMSSD —  $r=0,22$  при  $p=0,042$ ; мощность спектра высокочастотного компонента (maxHF) —  $r=0,29$ ;  $p=0,006$ ) и симпатического (мощность спектра низкочастотного компонента (maxLF) —  $r=0,29$ ;  $p=0,006$ ) звеньев регуляции.

Мужчины характеризовались повышением степени централизации регуляторных процессов (1-й коэффициент автокорреляционной функции 0,69±0,24) по сравнению с женской группой (0,51±0,35;  $p=0,023$ ) при недостаточности парасимпатического звена регуляции (maxHF — 156,8±164,3 и 322,7±390,3 соответственно;  $p=0,040$ ).

Эффективность лечения коррелировала со средней величиной кардиоинтервалов ( $r=0,21$ ;  $p=0,051$ ), при этом у мужчин она определялась возрастом ( $r=0,51$ ;  $p=0,017$ ), тяжестью состояния по шкале EDSS ( $r=0,46$ ;  $p=0,031$ ) и степенью активности парасимпатического звена регуляции (maxHF —  $r=0,38$ ;  $p=0,077$ ), а у женщин — возрастом ( $r=0,27$ ;  $p=0,031$ ) и периодом колебаний ведущего уровня парасимпатической активности ( $r=0,28$ ;  $p=0,027$ ).

В группе женщин с положительным лечебным эффектом тяжесть состояния имела обратную взаимосвязь с враженностью парасимпатической регуляции (maxHF —  $r=0,40$ ;  $p=0,053$ ), а в группе с отсутствием эффекта, помимо этого (SDNN —  $r=0,33$ ;  $p=0,025$ ; в группе мужчин SDNN —  $r=0,51$  при  $p=0,038$  и maxHF —  $r=0,51$  при  $p=0,038$ ), — со степенью активности симпатических барорецепторных механизмов (maxLF —  $r=0,44$ ;  $p=0,004$ ) и прямую связь — с индексом напряжения регуляторных систем ( $r=0,33$ ;  $p=0,037$ ; в группе мужчин —  $r=0,48$ ;  $p=0,053$ ).

Выводы: эффективность лечения при рассеянном склерозе зависит от возраста, тяжести состояния и степени сохранности парасимпатических механизмов регуляции, функциональное состояние которых определяется при проведении вегетативных проб.

## Мультистабильность — как электрофизиологический феномен миокарда

**Е. Д. Суровяткина, Г. Г. Иванов**

*Институт космических исследований РАН,  
ММА им. И. М. Сеченова, Москва, РФ*

Известно, что существуют колебания частоты сердечных сокращений, коррелирующие с частотой дыхания и колебания амплитудных и временных характеристик структуры кардиоинтервалов

(P-Q, QRS, QT, T и RR). Необходимость существования постоянной и надежной синхронизации, очевидно, обусловлена необходимостью обеспечения максимально быстрого режима адаптации сердечно-сосудистой системы. Нормальный ритм сердца обеспечивается повторяющимися последовательными циклическими изменениями трансмембранного потенциала клеток миокарда. Возникновение аритмий связано с нарушением механизма электрической активности этих клеток. Потенциал действия формируется фазовыми изменениями электрических процессов на мембранах клеток. В них локализуются 2 основных вида активности. Один характерен для клеток синусового и АВ узла, другой — для системы Гиса-Пуркинье, миокарда предсердий и желудочков.

*Выдвигается гипотеза о наличии феномена мультистабильности миокарда, который присутствует на клеточном и органном уровне. Под мультистабильностью понимается сосуществование двух или нескольких различных устойчивых периодических ритмов в системе с установленным набором параметров, но реализуемых из различных начальных условий. При исследовании ЭКГ феномен мультистабильности проявляется, например, при экстрасистолии, когда преждевременное внеочередное возбуждение может приводить к разным последствиям, в частности, вызывает пароксизмальную тахикардию или приводит к изменениям, которые носят функциональный характер и проходят самостоятельно после устранения воздействия на пациента провоцирующих факторов.*

Необходимо отметить, что при экстрасистолии явление мультистабильности проявляется при повышенной частоте сердечных сокращений. Как показали результаты проведенного нами моделирования миоцита желудочков, при повышенных значениях частоты стимулирующего воздействия экстрасистолические импульсы изменяют электрофизиологию клетки, что и является причиной возникновения мультистабильности. На основе явления мультистабильности можно объяснить зависимость последствий экстрасистолы от величины интервала сцепления и количественно описать все возможные сценарии последствий экстрасистолии. Следует подчеркнуть, что набор возможных сценариев существенно зависит от частоты сердечных сокращений.

Чтобы различные виды колебаний (RR, PQ, QT) не подавляли друг друга существующие внутрицикловые колебания на клеточном и органном уровне должны быть устойчивы, скоординированы и иметь стабильные пределы. Условия устойчивого режима работы обеспечиваются многими факторами, но в том числе механизмом мультистабильности, благодаря которому обеспечивается: а) наличие диапазона сосуществующих устойчивых предельных циклов на уровне электрофизиологических параметров клеток миокарда предсердий и желудочков, б) согласование электрической активности предсердий и желудочков.

## **Анализ ритма плода по его ЭКГ, зарегистрированной неинвазивным методом**

**А. В. Токарев, В. И. Шульгин**

*Национальный аэрокосмический университет  
им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина*

Сердечная деятельность плода позволяет оценить его функциональное состояние во время протекания беременности и выявить ряд заболеваний еще до родов. На сегодняшний день, применяются следующие методы оценки сердечной деятельности плода: доплерометрия, кардиотокография, и электрокардиографическое мониторинговое наблюдение (ЭКГП). Каждый из методов обладает как рядом достоинств, так и недостатков.

Неинвазивная регистрация ЭКГП, являясь альтернативой кардиотокографии и доплерометрии, имеет следующие преимущества. В отличие от кардиотокографии, при неинвазивной регистрации ЭКГП нет необходимости постоянно отслеживать положение плода и перемещать датчик. Достаточно наложить несколько электродов

на абдоминальную область и начать регистрацию. С учетом того, что для анализа ритма плода запись должна продолжаться не менее тридцати минут, это, безусловно, гораздо удобнее как пациентке, так и медицинскому работнику. Во-вторых, регистрация ЭКГП является чисто пассивным методом и не связана с УЗ облучением, безопасностью которого для плода до настоящего времени не доказана.

Однако при неинвазивной регистрации ЭКГ плода из-за низкого соотношения сигнал/шум на записи могут наблюдаться ложные и пропущенные QRS-комплексы, которые мешают корректному анализу ритма плода. В работе предлагается и алгоритм автоматического редактирования ЭКГП обеспечивающий повышение достоверности определения сердечного ритма плода.

Для обнаружения QRS-комплексов ЭКГП используется модифицированный двухэтапный алгоритм Пана-Томпкинса с параметрами, оптимизированными под ЭКГП. При первичном обнаружении на каждом участке ЭКГ длиной 5с определяется порог, который представляет собой произведение средней энергии сигнала на этом участке на некоторый коэффициент. Обнаруженные пики, которые превышают порог, считаются нормальными. Однако при этом обнаружитель причисляет к «нормальным» и всплески, по форме похожие на QRS-комплексы плода, но превышающие их по амплитуде в 2–4 раза.

При вторичном анализе ЭКГП используется два критерия: усредненный RR-интервал и усредненная амплитуда R-пиков. Обнаруженные комплексы делятся на три класса — «нормальные» (в пределах  $RR \pm 15\%$ ), «ошибочные» (менее  $RR - 15\%$ ) и «пропущенные» (более  $RR + 15\%$ ). В окрестности «пропущенных» комплексов производится повторное обнаружение с понижением порога. «Ошибочные» комплексы отбрасываются. На втором этапе вторичного анализа производится сравнение амплитуд комплексов с верхним порогом, определяемым как произведение усредненной амплитуды R-пиков на заданную константу. Если пик превышает верхний порог, то происходит поиск максимума в окрестности данного пика, который бы удовлетворял необходимым условиям. Если такой максимум не обнаружен (всплеск и QRS-комплекс совпали), в ЭКГП вставляется усредненный QRS-комплекс плода. Алгоритм и результаты его работы представлены в работе.

## **Особенности построения логистических информационных систем на фармацевтических предприятиях**

**А. А. Федосеева, Р. В. Сагайдак**

*Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина*

Использование компьютерной техники и современного программного обеспечения позволяет значительно увеличить скорость и улучшить качество принимаемых решений на предприятии любой отрасли, в том числе и фармацевтической. На сегодняшний день существует практическая необходимость в создании информационного обеспечения логистических процессов фармацевтического предприятия, включающих поиск и реализацию оптимальных путей и способов сбора, обработки, хранения и передачи информации в логистической системе.

Средством создания такого обеспечения является логистическая информационная система (ЛИС) — совокупность математических методов, технических средств и организационных комплексов, обеспечивающих поиск, обработку, хранение и передачу информации о логистических потоках, служащих главным образом для принятия управленческих решений на предприятии.

Главная особенность ЛИС — интеграция в едином информационном пространстве трех основных составляющих потока товародвижения: поставки, производства и распределения. ЛИС — интерактивная структура, инструментарием интеграции и взаимодействия в ней являются информационные технологии.

Анализ программной реализации данного подхода показал, что разработчики программных средств находятся в начале пути формирования систем такого рода, что обуславливает необходимость теоретического и методического обоснования данного вопроса.

Основная цель построения информационно-технической базы логистических систем — стать неотъемлемой частью структуры управления предприятием. Достижение конкурентных преимуществ, при использовании принципов логистической концепции управления, невозможно без полноценной логистической информационной системы, построение которой должно базироваться на специфических принципах и методах.

Методология разработки ЛИС основывается на формулировке требований к ее составляющим: ERP-система; CSRP-система; взаимодействие с внешней средой (открытые информационные технологии).

Объектами организационного воздействия в процессе управления ЛИС могут быть отдельные программные продукты или функциональные области, в зависимости от уровня системы. Функционирование ЛИС опирается в процесс организации системы на базе горизонтальной и вертикальной интеграции программных продуктов в единое решение.

Данная работа посвящена разработке классификации ЛИС фармацевтических предприятий, рассмотрению их архитектуры и места в иерархии информационных систем, состава компонентов и окружения, организационного механизма их разработки и внедрения, а также вопросов, связанных с использованием ЛИС на фармацевтических предприятиях с учетом особенностей функционирования отрасли и выработке теоретических рекомендаций относительно построения ЛИС на фармацевтических предприятиях.

### **Вариабельность сердечного ритма у горнорабочих угольных шахт с артериальной гипертензией на этапах амбулаторной терапии эналаприла малеатом**

*И. Д. Федько*

*Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина*

Цель: оценить изменения показателей variability сердечного ритма (BCP) у подземных горнорабочих угольных шахт с артериальной гипертензией (АГ) на этапах терапии эналаприла малеатом.

Объект и методы: 41 пациент мужского пола с изолированной АГ, из них 19 горнорабочих подземных (ГРОЗ) в возрасте (52±7) лет и 22 — наземных (неГРОЗ) профессий в возрасте (54±6) двух угольных шахт Донбасса.

Показатели BCP изучались с помощью компьютерного электрокардиографа «Cardiolab 2000» с обработкой средних 5 минут 7-минутной мониторинговой записи ЭКГ во II стандартном отведении. Изучались: TP — общая мощность спектра (мсек<sup>2</sup>) — мера общей мощности регуляции; VLF — мощность спектра в диапазоне очень низких частот (абсолютная — мсек<sup>2</sup>, относительная %) — мера мощности гуморального звена регуляции, LF — мощность спектра в диапазоне низких частот (абсолютная — мсек<sup>2</sup>, относительная %) — мера мощности симпатического звена регуляции, HF — мощность спектра в диапазоне высоких частот (абсолютная — мсек<sup>2</sup>, относительная %) — мера мощности парасимпатического звена регуляции, отношение мощностей низкочастотной и высокочастотной областей спектра (LF/HF), отражающее симпатический баланс (СПБ). Пациенты получали эналаприла малеат в суточной дозе 10–20 мг с последующим ежедневным контролем АД в домашних условиях и 1 раз в неделю на приеме у врача в фиксированное время. Определялись среднее значение — M и стандартное отклонение — sd. Достоверность различий между группами определяли с помощью критерия Манна-Уитни.

Результаты: до начала терапии TP была существенно больше в группе ГРОЗ в сравнении с группой неГРОЗ. Терапия оказала оптимизирующее влияние на TP в сравниваемых группах, в результате чего она несколько снизилась в группе ГРОЗ и выросла в группе неГРОЗ, приобретае спустя месяц примерно одинаковый уровень значений.

Выводы: эналаприла малеат оказывается эффективным антигипертензивным препаратом у горнорабочих надземных и подземных профессий с АГ с положительным влиянием на показатели BCP.

### **Вариабельность сердечного ритма у горнорабочих угольных шахт при лечении артериальной гипертензии небивалолом**

*И. Д. Федько, Н. В. Макиенко, Н. И. Яблучанский*

*Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина*

Цель: оценка изменений показателей variability сердечного ритма (BCP) у подземных горнорабочих угольных шахт с артериальной гипертензией (АГ) при терапии небивалолом.

Объект и методы: 41 пациент мужского пола с изолированной АГ, из них 19 горнорабочих подземных (ГРОЗ) в возрасте (52±7) лет и 22 — наземных (неГРОЗ) профессий в возрасте (54±6) двух угольных шахт Донбасса. Для определения показателей BCP регистрировали ЭКГ во втором стандартном отведении с помощью компьютерного электрокардиографа «Cardiolab 2000» с обработкой средних 5 минут 7-минутной мониторинговой записи. Изучались: TP — общая мощность спектра (мсек<sup>2</sup>) — мера общей мощности регуляции; VLF — мощность спектра в диапазоне очень низких частот (абсолютная — мсек<sup>2</sup>, относительная %) — мера мощности гуморального звена регуляции, LF — мощность спектра в диапазоне низких частот (абсолютная — мсек<sup>2</sup>, относительная %) — мера мощности симпатического звена регуляции, HF — мощность спектра в диапазоне высоких частот (абсолютная — мсек<sup>2</sup>, относительная %) — мера мощности парасимпатического звена регуляции, отношение мощностей низкочастотной и высокочастотной областей спектра (LF/HF), отражающее симпатический баланс (СПБ). Пациенты АГ получали небивалол в суточной дозе 5 мг. Оценивались среднее значение — M и его стандартное отклонение — sd. Достоверность различий между группами пациентов определяли с помощью критерия Манна-Уитни, расчет показателей производился с помощью SPSS 10.0 для Windows.

Результаты: до начала терапии TP была существенно больше в группе ГРОЗ в сравнении с группой неГРОЗ, что следует связать с нормативными требованиями к здоровью ГРОЗ. Терапия повысила TP BCP в сравниваемых группах, в большей степени в группе ГРОЗ.

Выводы: контроль АД у горнорабочих надземных и подземных профессий с АГ небивалолом в числе других механизмов обеспечивается также путем повышения TP BCP с оптимизацией в соотношениях мощностей образующих ее доменов.

### **Способ коррекции дыхательной недостаточности у больных туберкулезом легких**

*В. А. Фрейвальд*

*Областное коммунально-клиническое лечебно-профилактическое объединение «Фтизиатрия», Днепропетровск, Украина*

Актуальность проблемы. Туберкулез продолжает оставаться глобальной проблемой. В 1995 году на Украине зарегистрирована эпидемия туберкулеза и эпидемиологическая ситуация неуклонно ухудшается. Имеет место тенденция к снижению эффективности химиотерапии в результате развития устойчивых к антибиотикам *Mycobacterium tuberculosis*, с другой стороны — рост распространенных форм туберкулеза легких. Осложняет лечение сопутствующая патология, развитие дыхательной недостаточности.

Комплексное лечение больных туберкулезом легких состоит из химиотерапии, патогенетического лечения, хирургических методов лечения, симптоматической терапии. Главное место в лечении больных занимает этиотропная противотуберкулезная химиотерапия.

Патогенетическая терапия больных туберкулезом направлена на уменьшение воспалительных явлений в очаге поражения, ускорения рассасывания его, коррекцию обменных процессов, стимуляцию репаративных процессов. Для реализации этих заданий используют следующие методы: рациональное высококалорийное и витаминизированное питание, психотерапия и аутогенные тренировки, разные методы лечебной физкультуры, трудотерапия.

Лечебная физкультура (ЛФК) широко применяется при туберкулезе легких и рассматривается как метод общеукрепляющего действия, который способствует повышению физической активности, улучшению функционирования дыхательной и сердечно-сосудистой систем. В комплекс ЛФК подбираются физические упражнения для улучшения вентиляции легких, функции диафрагмы, подвижности грудной клетки, которые приводят к формированию правильного механизма дыхания.

Цель работы. Повышение эффективности комплексной терапии туберкулеза легких путем применения дыхательной гимнастики с пропеванием разных звуков и их сочетаний (ПФФ, МММ, БРРУХ, ГРРУХ, ДРРУХ, ВРРУХ, ПРРУХ, БП, ДТ, КГХ, КХ, И, О, Е, Ц). При пропевании гласных звуков имеет место вибрация голосовых связок, которая передается на нижележащие части легких — трахею, бронхи, сами легкие и от них на грудную клетку. При артикуляции согласных звуков необходимо напряжение мышц грудной клетки и диафрагмы, т.е. тренируется дыхательная мускулатура.

Задачи исследования: 1 Определить уровень нарушения кардиореспираторной системы у больных туберкулезом легких с помощью клинико-инструментального мониторинга, в частности, используя диагностический комплекс «Кардио+» на базе ПК (электрокардиография, спирография, пневмотахометрия).

2. Изучить клинико-функциональную эффективность звуковой гимнастики в коррекции дыхательной недостаточности у больных туберкулезом легких.

3. На основании полученных результатов разработать способ коррекции дыхательной недостаточности у больных туберкулезом легких с дальнейшим внедрением в практику.

Контингент исследуемых. В течение 2004–2006 гг. наблюдались 2 группы больных: основная группа исследований в количестве 82 человек и контрольная группа в количестве 69 человек. Все больные находились на стационарном лечении более 2 месяцев, прошли основной курс терапии антибиотиками, исчезли симптомы интоксикации, прекратилось бактериовыделение и улучшилось общее состояние, практически у всех после рентгенологического контроля имела место положительная динамика процесса. Всем больным назначалась лечебная физкультура (ЛФК), однако больные, образовавшие контрольную группу, выполняли комплексы лечебной гимнастики (ЛГ) нерегулярно, часто пропускали занятия в кабинете ЛФК, в отличие от основной группы.

Результаты. Данная методика применялась у больных туберкулезом легких, у которых по данным спирографических исследований определялась та или иная степень дыхательной недостаточности. По итогам наблюдения за двумя группами через каждые две недели в течение 1,5–2 месяцев занятий ЛГ были получены следующие результаты. Улучшение общего самочувствия: в основной группе — 95%, в контрольной — 62%; прекращение одышки, адаптация к физическим нагрузкам: основная группа — 88%, контрольная — 55%; дальнейшая положительная динамика в регрессе заболевания по данным спирографических и рентгенологических исследований: основная — 71%, контрольная — 41%.

В сравнении с аналогичным количеством больных контрольной группы, у пациентов основной группы быстрее нормализовались показатели вентиляции легких, газового состава крови, уменьшилась одышка, повысилась толерантность к физической нагрузке.

Мы рекомендуем обязательное включение в комплекс лечения туберкулеза лечебной физической культуры с контролем регулярности и качества выполнения. Назначение комплексов ЛГ должно производиться с учетом индивидуальных особенностей. При соблюдении всех условий выполнения процедур ЛФК улучшается общее самочувствие, уменьшаются сроки лечения больных, повышается уровень качества жизни. Осложнений при использовании звуковой гимнастики в комплексном лечении больных туберкулезом легких с дыхательной недостаточностью не наблюдалось.

## Нелинейный анализ сердечного ритма у практически здоровых и больных ишемической болезнью сердца

**А. В. Фролов, В. Я. Радчук, Л. М. Гуль**

Республиканский научно-практический центр «Кардиология», Минск, Беларусь

Сердечно-сосудистая система (ССС) в принципе нелинейная. Дерево сосудов, клапаны сердца, зависимости поток–давление, обратные связи между рецепторами и вегетативными нервными центрами формируют ансамбль нелинейных процессов. Мы столкнулись с проблемой нелинейности при изучении реакции здоровых и больных ишемической болезнью сердца (ИБС) на физические и психоэмоциональные нагрузки при контроле параметров variability сердечного ритма (BCP) (А. Фролов с соавт., 2000–2007). В кардиодиагностике интерес к методам нелинейной динамики впервые проявили S. Pincus (1991) и A. Goldberger (1996). Конкретные приложения нелинейных методов опубликованы в работах Г. Г. Иванова с соавт. (2002), М. В. Рагульской с соавт. (2004), О. Ю. Майорова с соавт. (2007), G. Schmidt et al (1994), A. Rajendra et al (2004) и др. Авторами данных публикаций отмечается наличие в биологических системах элементов детерминизма и хаотичности. Гармония достигается при оптимальном сочетании детерминизма и хаотичности. С другой стороны, оптимальность заключается в максимальной адаптации к окружающей среде и минимизации расходов энергии на адаптацию. Из этого вытекает ряд исследовательских задач. Какова степень хаотичности в здоровом организме, как она изменяется по мере развития патологии и, наконец, насколько ценны данные нелинейной динамики для кардиологической и неврологической клиники?

Целью работы является разработка программного обеспечения для анализа сердечного ритма на основе методов нелинейной динамики и клиническая апробация программы у разных категорий испытуемых.

Метод. При разработке рационально сочетать геометрические и численные методы нелинейной динамики. Такое сочетание дает возможность визуально отобразить состояние сложных динамических систем и одновременно получить ряд цифровых оценок. В качестве геометрии использовали хаосграмму ритма сердца, предложенную А. Гаврилушкиным с соавт. (1999), которая является отображением состояния в фазовом пространстве

$$\begin{aligned} RR(i) & \text{— абсцисса,} \\ \Delta RR(i) &= \Delta RR(i+1) - RR(i) \text{— ордината,} \\ RR(i) & \text{— кардиоинтервал} \end{aligned} \quad (1)$$

Добавили динамическую хаосграмму, которая отображает состояние в фазовом пространстве двух соседних приращений кардиоинтервалов

$$\begin{aligned} \Delta RR(i) & \text{— абсцисса,} \\ \Delta RR(i+1) & \text{— ордината} \end{aligned} \quad (2)$$

Хаосграммы дополнили диаграммой рейтинга нелинейных волн. Для этого весь набор кардиоинтервалов разбивался на ряд элементарных циклов. Элементарный цикл — это количество точек при полном обороте точки вокруг оси абсцисс. Количество точек внутри цикла — это рейтинг волны. Значения рейтинга от 2 до 7–8. Коэффициент  $k=HR/BF$  делит диаграмму рейтинга на короткие (высокочастотные) и длинные (низкочастотные)

волны, здесь HR — частота сердечных сокращений, BF — частота дыхания. Обычно отношение частоты сердца к частоте дыхания  $k=3-4$ . Слева от волны с рейтингом  $k$  будут находиться высокочастотные волны, а справа от нее — низкочастотные. Отношение количества низкочастотных волн к количеству высокочастотных по диаграмме рейтинга служит нелинейным аналогом параметра LF/HF из стандартного метода ВСР.

Для количественной оценки степени хаоса использовали показатель АрЕп — приближительная энтропия, предложенный S. Pincus (1991). Ранее было обнаружено, что таким нарушениям сердечной деятельности как АВ-блокада, ишемия, кардиомиопатия соответствует более регулярный и предсказуемый тип ритма (ригидный). Естественно, что мера энтропии АрЕп здесь минимальная. Наоборот, ритму здоровых лиц характерны случайные флуктуации и, соответственно, большие значения энтропии АрЕп. Расчет АрЕп заключается в процедуре построения векторов из последовательности кардиоинтервалов, оценке расстояний между соседними векторами и подсчету случаев превышения расстояния заданного порога, далее логарифмируется отношение случаев превышения к общему количеству векторов. Алгоритм расчета проверили сравнением энтропии синусоидального (регулярного) сигнала с энтропией сигнала типа «белый шум» (полностью непредсказуемый).

Программное обеспечение создано в среде Сi Builder для PC-компьютера и цифрового электрокардиографа «Интекард» (Минск).

Результаты. Выполнили клиническую апробацию метода нелинейной динамики у практически здоровых лиц ( $n=29$ ), больных ИБС с мерцательной аритмией (МА) ( $n=28$ ) и экстрасистолией ( $n=13$ ) и у больных ИБС с инфарктом мозга ( $n=108$ ).

У больных с МА получили максимальные значения SDNN ( $172,9 \pm 20,0$ ) и энтропии АрЕп ( $0,940 \pm 0,030$ ). У практически здоровых ниже и SDNN ( $(64,2 \pm 4,4)^*$ , и АрЕп ( $0,046 \pm 0,009$ )\*. В группе больных ИБС и инфарктом мозга значение SDNN практически такое же, но АрЕп еще ниже ( $0,028 \pm 0,006$ )\* (\* $p < 0,05$ ). Группа больных с инфарктом мозга потребовала разделение на этапы лечения. Энтропия имеет более высокую чувствительность к категории обследуемых лиц, чем основной параметр ВСР — среднеквадратичное отклонение. Высокой чувствительностью обладает также отношение нелинейных высокочастотных волн к низкочастотным.

При визуальном анализе хаосграмм были выявлены основные типы паттернов. У практически здоровых лиц и спортсменов динамическая хаосграмма имеет паттерн «паутина», в то время как хаосграммы у больных ИБС приобретают явно заостренные формы. Тем самым можно качественно оценить эффективность регуляторных механизмов сердечного ритма.

Обсуждение. Система регуляции сердечного ритма раскрывается как нелинейный объект с элементами хаоса и детерминизма. Сложность функционирования системы косвенно описывается приближительной энтропией АрЕп. По предварительным данным у здоровых лиц существует баланс между хаотической и детерминистической составляющими. У больных с МА имеется дисбаланс в сторону увеличения хаотической компоненты. Система регуляции дезорганизована. Наоборот, у больных ИБС с атеросклерозом коронарных артерий мы получили ригидные варианты с жесткой регуляцией. Энтропия здесь минимальна. Но при таком варианте подавляются адаптационные возможности, сужается динамический диапазон нормального функционирования ССС.

Динамические хаосграммы позволяют судить об эффективности механизмов саморегуляции, однако пока лишь на качественном уровне.

Выводы. Ожидается, что нелинейный анализ даст новую информацию о системе регуляции сердечного ритма с позиций целостности и живучести организма в целом. Какие из нелинейных методов наиболее приемлемы с клинической точки зрения, пока не известно? Видимо, необходимо пройти цикл клинических апробаций, накопить данные и расширить метод ВСР новыми нелинейными параметрами.

## Современные компьютерные технологии в оценке функционального состояния нейро-мышечного аппарата при отдаленных последствиях травм дистальных отделов верхней конечностей

О. А. Харченко, А. А. Борец, Н. В. Фандий

Украинский Государственный НИИ медико-социальных проблем инвалидности, Днепропетровск

Новые информационные технологии неотъемлемая составляющая научных и экспериментальных исследований в клинической диагностике. Актуальность их применения связана с изменениями в практическом здравоохранении, обусловленных социально-экономическими условиями, новыми технологиями в моделировании диагностического оборудования, созданием медицинских интеллектуальных систем. Разработка современных диагностических систем во много раз повышает информативность метода, позволяет получать и анализировать большее количество данных, а следовательно, его диагностическую ценность.

Интенсивное внедрение компьютерных технологий и современной элементной базы, возрастающая математическая и языковая образованность программистов сделала возможным создание современных методов обработки электромиограммы. Сравнительный анализ различных методов диагностики расстройств нервно-мышечного аппарата, рентгенологических, ультразвуковых, электрофизиологических и т.д., показывает, что электромиография (ЭМГ) на современном этапе является единственной методикой, позволяющей диагностировать характер двигательных расстройств, уточнить уровень поражения двигательного нерва, выявить субклинические стадии заболевания.

Цель настоящей работы — определение особенностей функционирования нервно-мышечного аппарата при отдаленных последствиях травматического повреждения верхних конечностей. ЭМГ-исследование проводилось на многофункциональном компьютерном комплексе «Нейро-МВП» (Россия), сертифицированного по международному стандарту ISO 9002, и предназначенного для исследования электрической активности мышц и нервов.

Обследовано 230 больных с травматическим повреждением верхних конечностей. I группу (51 чел.) составили пациенты с последствиями травмы проксимального отдела предплечья, II (54 чел.) — дистального отдела предплечья, III (67 чел.) — с травмой кисти и IV (58) с сочетанным поражением нервов верхних конечностей. Регистрация электрогенеза мышц осуществлялась поверхностными (накожными) электродами. Анализировали суммарную (интерференционную) электромиограмму в состоянии покоя и при максимальном сокращении мышц. Основными параметрами оценки были типичные амплитуды интерференционной кривой, общая структура ЭМГ, коэффициент соотношения амплитуд одноименных мышц при максимальном сокращении. Анализ ЭМГ-результатов проводился по классификации Ю. С. Юсевич.

По данным глобальной ЭМГ изменения биоэлектрической активности мышц было зарегистрировано в 77% (177 чел.) случаев. В I группе нарушения функционального состояния нервно-мышечного аппарата определялось у 28 (54,9 %) обследованных, во II — у 35 (64,8%), в III и IV группах — 59 (88%) и 55 (94,8%) соответственно.

Функциональное состояние нервов изучалось методом стимуляционной электромиографии путем измерения скорости распространения возбуждения (СРВ) по аксонам двигательных волокон. Денервационный характер повреждения нерва подтверждался снижением СРВ на участке предплечья — лучезапястный сустав. По результатам исследования СРВ ниже показателя возрастной нормы была определена в 68% (155 чел.) случаев. В I гр. признаки травматической невропатии выявлены у 18 больных (35,2%), — во II гр. у 21 (38,8%), в III гр. у 61 (91%), в IV гр. у 55 (94,8%). Резкое снижение СРВ, что указывает на грубую патологию нерва, наблюдалось у больных со значительными клиническими признаками нарушения функции поврежденной конечности. В 6,5% (15 чел.) случаев М-ответ при

стимуляции нерва не регистрировался, что свидетельствует о значительной степени поражения нерва. У больных с повреждением проксимального отдела предплечья (I гр.) наблюдалось снижение амплитуды интерференционной активности при максимальном сокращении мышц сгибателей кисти до  $100 \pm 40$  мкВ. На мышцах разгибателях пальцев кисти наблюдалась структура ЭМГ I-го типа с амплитудой мышечных осцилляций  $600 \pm 30$  мкВ, или высокоамплитудная, до 850 мкВ, активность с залповидной импульсацией. При повреждении дистального отдела костей предплечья и кисти (II и III гр.) отмечалось значительное снижение частоты импульсации. Показатели амплитуды колебаний миопотенциалов при максимальном сокращении мышц сгибателей у больных I группы в среднем был  $70 \pm 25$  мкВ, разгибателей —  $420 \pm 40$  мкВ, во II группе —  $52 \pm 18$  мкВ и  $375 \pm 20$  мкВ, что свидетельствует о более частой травматизации поверхностных сгибателей, чем общих разгибателей пальцев кисти.

При сравнительной оценке ЭМГ не поврежденного и травмированного предплечья амплитуда колебаний потенциалов на «здоровой» стороне составила 650–800 мкВ для сгибателей и 750–1000 мкВ для разгибателей, тип ЭМГ по Юсевич I. На травмированной конечности показатели амплитуды были — 30–140 и 80–650 мкВ соответственно, структура ЭМГ чаще характеризовалась II типом.

Следует отметить, что повреждение дистального отдела костей предплечья и кисти, которые сопровождались ограничением движений в лучезапястном суставе, характеризовалось более выраженными изменениями на ЭМГ. Средняя амплитуда интерференционной активности мышц у таких больных составила 50–70 мкВ, характер активности соответствовал II и III типам ЭМГ по Юсевич.

По результатам исследования больных с поражением локтевого, лучевого или срединного нервов, а также травматическом неврите трех нервов предплечья (IV гр.) электрическая активность при максимальном сокращении мышц не регистрировалась (IV тип ЭМГ за Юсевич) в 25% случаев. Над мышцами сгибателями амплитуда колебаний миопотенциалов была в пределах  $30 \pm 15$  мкВ, над разгибателями —  $100 \pm 25$  мкВ, с различной частотой осцилляций (I и II тип ЭМГ по Юсевич).

Таким образом, установленные нарушения электрической активности мышц предплечья характеризуют значительные изменения их функционального состояния после травматизации. Сопоставление патологических нарушений и характера ЭМГ в большинстве случаев показало полную корреляцию клинической картины с изменениями электрической активности исследованных мышц, что является дополнительным аргументом в необходимости определения степени травматического повреждения мышц и нервов в зоне их иннервации с учетом электромиографического исследования. Следовательно, результаты ЭМГ расширяют возможности диагностики степени поражения нервно-мышечного аппарата, выбора клинической тактики и стратификации прогноза.

### Система оценки физической и функциональной подготовленности в разработке здоровьесберегающих технологий

**А. Г. Хоружев, В. В. Мыльников**

ГОУ ВПО «ЧелГМА Росздора» Челябинск, РФ

Методам объективной оценки физической и функциональной подготовленности (ФифП) и работоспособности человека на современном этапе придается особое значение. Важное место отводится методикам и системам, позволяющим проводить такую оценку в количественных критериях, важных для мониторинга «переходных» состояний между здоровьем и болезнью, или «третьих» состояний. Диапазоны «третьих» состояний обширны и индивидуальны, что составляет основную сложность их оценки и трактовки. Как можно воздействовать на эти показатели путем использования различных лечебных и рекреационных программ, дозированных физических нагрузок для индивидуума в различные отрезки постнатального онтогенеза?

Исходный уровень состояния здоровья, работоспособности и физической подготовленности приезжающих детей диаметрально различен, что требует особого внимания и поисков новых подходов в лечебно-профилактической работе. Например, чтобы рекомендовать определенные программы лечебной физической культуры для ребенка, имеющего отклонения в состоянии здоровья, или программу совершенствования для здорового ребенка, необходимы: а) исходный тестовый контроль, диагностика; б) оценка этого уровня; в) предложенные системы; г) итоговый контроль.

Для этих целей в условиях санатория была разработана специальная программа, позволяющая выборочно по отрядам проводить такой исходный контроль, а за счет повторного тестирования в конце заезда определять динамику изменений, тем самым оценить эффективность своей работы по оздоровлению детей. Смена в профилактории составляет 20 дней, где дети отдыхают, проходят лечебные и рекреационные мероприятия, для них организованы учебные занятия по школьной программе. Санаторий работает круглогодично.

Наши исследования проводились в течение 24 таких смен, что позволило обследовать 1200 детей в возрасте от 9 до 16 лет. За основу тестового контроля была взята система ФифП, разработанная авторами, апробированная и ранее хорошо зарекомендовавшая себя в работе со студентами ВУЗов города Челябинска. Система ФифП позволяет распределять обследуемых на 5 групп подготовки и давать оценку в количественных критериях: 1 группа — очень плохая подготовка (от -21 до 28 баллов); 2 группа — плохая (29–68 баллов); 3 группа — удовлетворительная подготовка (69–109 баллов); 4 группа — хорошая (110–149 баллов); 5 группа — отличная (150 и более). Дополнительно проводилась оценка соответствия паспортного возраста их «двигательному возрасту» (ДВ), физической работоспособности по PWC170, а также умственной работоспособности. Результаты исследований обработаны методами вариационной статистики с определением достоверности различий t-критерия Стьюдента.

Анализ полученных данных проводился по трем группам: городские жители — 53,7%; сельские — 27% и из экологически неблагоприятных регионов (ЭНР) — 19,2%. В каждой из этих групп изучались отдельно показатели функционального состояния и работоспособности у детей и подростков, занимающихся и не занимающихся физической культурой и спортом.

Если рассматривать общие данные, то 4 и 5 группы, соответствующие хорошей и отличной оценке, получили всего 14,8%, 3 группу — 52,3%, в зону патологии (1-я и 2-я группы) попали 32,8% детей из всех обследованных. В последней категории лиц представители экологически неблагоприятных регионов занимали 58,5%, а лиц с 4 и 5 группой среди детей из ЭНР — не было.

Выявлена взаимосвязь физической и функциональной подготовленности с занятиями физической культурой и спортом. Во всех изучаемых группах средний балл ФифП значительно выше у занимающихся спортом детей, чем у нетренированных лиц. Это подтверждается определением достоверности различий между ними, например: в группе городских —  $t=13,588$ ,  $P<0,001$ ; сельских —  $t=9,73$ ,  $P<0,001$ ; ЭНР —  $t=12,686$ ,  $P<0,001$ . Полученные результаты повторного тестирования, т.е. динамики, мы постарались представить с позиций общих данных в процентах и изменений в соответствии с группой ФифП. Например, детей 1 и 2 групп к концу смены сократилось на 24%, а количество лиц, имеющих 4–5 группы, увеличилось на 53,4%, что имеет положительное значение. Отмечена положительная динамика и в группах подготовки, введенная по принципу: исходная величина; исходная плюс динамика. Различия в группах следующие: в первой группе —  $5,04 \pm 17,5$  против  $49,54 \pm 18$ ,  $P<0,001$ ; во второй группе —  $54,2 \pm 11,1$  против  $100,3 \pm 3,85$ ,  $t=27,5$ ,  $P<0,001$ ; в третьей —  $88,2 \pm 10,8$  против  $127,3 \pm 12,99$ ,  $t=32,99$ ,  $P<0,001$ ; в четвертой группе —  $121,6 \pm 10,4$  против  $145,9 \pm 12,7$ ,  $t=10,5$ ,  $P<0,001$ ; в пятой группе различия статистически были недостоверны. Достоверно лучшая динамика отмечена у детей из ЭНР в сравнении с городскими и сельскими сверстниками.

Таким образом, установлена высокая информативность тестов оценки комплексной ФифП, которые позволяют объективно отражать индивидуальные и групповые уровни работоспособности и функционального состояния, их возможность применения в условиях санатория для выборочного тестового контроля. Отмечена положительная динамика функционального состояния детей за период пребывания в санатории, что свидетельствовало об эффективности целевых оздоровительных программ и информативности объективной комплексной оценки результатов лечебно-профилактической работы.

### ИКТ для реализации электронных шаблонов оформления врачебных рекомендаций по инструментальным и лабораторным обследованиям

**В. Г. Хошимов, А. Ю. Тухтакулов**

*Ферганский филиал Республиканского Научного Центра Экстренной Медицинской Помощи, Узбекистан*

В современных условиях оказания экстренной медицинской помощи при постановке диагноза крайне не обходимо привлечение помощи вспомогательных диагностических отделений. К тому же достижения науки и техники неустанно пополняют арсенал диагностических служб современными высокоточными приборами и инструментами.

Для привлечения необходимых ресурсов учреждения врач обменивается информацией с диагностическими подразделениями, консультантами. Инструментом обмена информацией внутри одного лечебного учреждения является в первую очередь история болезни, иногда произвольно созданные бланки, направления, «бе-гунки», а нередко и без документов, устно, через медсестру. Во всех этих средствах хранения и переноса информации имеется общий и существенный недостаток — произвольная трудночитаемая

форма записи — значительные информационные потери и искажения при них неизбежны, анализ информации, которая так хранится и передаётся, невозможен. Трудно понять обоснованность и степень срочности обследования. Специалист чаще осуществляет обследование по догадкам. Форма ответной информации зачастую не лучше. Эту проблему можно назвать информационной. Из сказанного следует, что в её возникновении основную роль играют два фактора:

1. **Форма медицинской информации**, которой обмениваются врачи.

2. **Носитель медицинской информации**, через который происходит обмен.

По нашему убеждению и опыту, радикально решить отмеченную проблему можно использованием возможностей электронных носителей информации. Другими словами внедрением медицинских информационных систем при организации оказания экстренной медицинской помощи стационара можно ликвидировать оба этиологических фактора описанной информационной проблемы.

На базе Ферганского филиала РНЦЭМП, на протяжении последних четырёх лет ведётся научная работа по созданию и применению медицинских информационных систем (МИС) в практике оказания экстренной медицинской помощи стационара. Результатом проводимых работ явилось компьютерной технологии ведения больных на основе электронной истории болезни (ЭИБ). Важным качеством созданной нами ЭИБ, является её способность осуществлять весь спектр разнообразного информационного обмена между медицинским персоналом разной категории внутри отдельно взятого центра. В частности речь пойдёт о технологии документирования и реализации врачебных рекомендаций по лабораторным и инструментальным назначениям. В докладе предоставлен результат применения ЭИБ на примере абдоминальной хирургии.

Согласно разработанной технологии, документирование плана лабораторного и инструментального обследования врач осуществляет при оформлении специально разработанных электронных

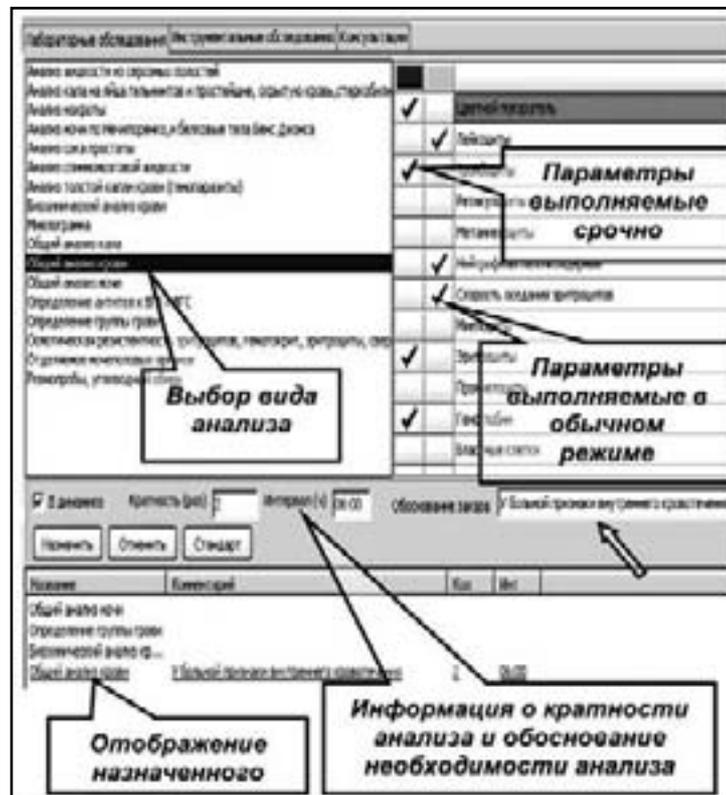


Рис.1.

шаблонов оформления врачебных записей. Они размещены в разделе ЭЛИБ «новый осмотр». О структуре электронных шаблонов подробно описано в отдельном сообщении. После оформления описательной части осмотра больного в электронном шаблоне, для назначения на лабораторные и инструментальные обследования врачу необходимо активизировать специальную кнопку «обследования». В этом случае программа предоставляет специальное окно, предназначенное для оформления врачебных рекомендаций по обследованиям. Окно состоит из трёх разделов: **лабораторные обследования, инструментальные обследования, консультации.**

**А. Лабораторные обследования.** При выборе этого раздела откроется специальное окно, состоящее из двух частей. В левой части представлен список выполняемых в нашем центре лабораторных обследований. Вам необходимо выбрать вид исследования, тогда в правой части автоматически предоставится список параметров этого вида исследования, которые выполняются в нашем центре. Список параметров имеет две колонки: первая для срочного заказа, вторая для обычного заказа, то есть различные параметры одного и того же анализа можно выполнить с различной срочностью. Например, если у больного внутреннее кровотечение хирурга в первую очередь интересуют показатели гемограммы. На нижней панели окна врачу предоставлены четыре окна: первая для указания необходимости динамического исследования, и если да, то кратность и временной интервал в сутки, при наступлении указанного интервала программа автоматически осуществит запрос на обследование. Четвёртая для обоснования необходимости или срочности выполняемого анализа, на что необходимо лаборанту уделить особое внимание и т.д. (Рис. 1).

**В. Инструментальные обследования.** По структуре это окно одинаково с предыдущим. В левой предоставлены виды инструментальных обследований выполняемых в нашем центре, в правой после выбора вида исследования можно уточнить какие параметры или какие органы необходимо осмотреть. Аналогично лабораторным анализам врачу может указать необходимость динамического исследования, на какие органы необходимо обратить особое внимание, указать патологию на которую возникло подозрение. Например, дифференцировать на УЗИ причину механической желтухи. Разработанная технология предусматривает взаимодействия сотрудников в режиме On-Line.

При использовании описанной технологии врачу достаточно правильно назначить в истории болезни свои рекомендации. Информационная система доставит без искажений, в полном объёме и оперативно информацию тем, от кого врач ждет содействия. Таким образом разработанный и используемый программно-технический комплекс повышает оперативность и достоверность диагностики неотложной патологии в абдоминальной хирургии.

## Компьютерное моделирование полоскового излучателя круговой поляризации аппарата радиоволновой терапии

**И. С. Цаканян**

*Национальный фармацевтический университет,  
Харьков, Украина*

Известно, что электромагнитное излучение радиочастотного диапазона низкой интенсивности может оказывать существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма человека и течение патологических процессов. При этом повышение лечебной эффективности может быть достигнуто на основе оптимизации параметров воздействующего излучения и области его воздействия на организм. Многочисленные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что одним из путей повышения биологической и терапевтической эффективности медицинской аппаратуры является возможность излучения волн эллиптической поляризации различных направлений вращения.

Это обусловлено особенностями организации и функционирования живых биообъектов и систем.

Так, присутствие левых форм аминокислот в белках организма является универсальным необходимым условием для нормально устойчивого функционирования всего разнообразия живых организмов. Возникновение правых форм аминокислот ведет к уменьшению устойчивости организма, его старению и возникновению, как следствие, разнообразных заболеваний. В то же время экспериментальные работы по спектральному измерению оптического излучения из биологически активных точек свидетельствуют об эллиптической поляризации собственных электромагнитных полей биообъектов. Ряд исследователей делают вывод об эллиптическом характере поляризации собственных полей и в более низкочастотном участке электромагнитного спектра. Причем эти поля могут иметь как левое, так и правое вращение.

Так как выбор левой или правой структуры для живых организмов имеет решающее значение, то организм по-разному реагирует на воздействие электромагнитного излучения левой и правой круговой поляризации. Например, при лечении онкологических заболеваний КВЧ-излучением нетепловой мощности в эксперименте на животных иммунную систему стимулируют воздействием левой круговой поляризации, а подавление опухолевого роста воздействием правой круговой поляризации.

В серийно выпускаемой в настоящее время медицинской аппаратуре используется, как правило, линейно поляризованное электромагнитное излучение, что ограничивает функциональные возможности и терапевтическую эффективность. В этой связи, особое значение приобретает поиск путей построения оптимальных конструкций излучателей полей эллиптической (круговой) поляризации с возможностью оперативного управления характеристиками этих полей.

В качестве излучателей волн эллиптической поляризации для медицинской аппаратуры можно использовать спиральные антенны. В данной работе предпочтение отдано излучателю микрополоскового типа. В последнее время излучатели микрополоскового типа интенсивно развиваются и совершенствуются в силу наличия ряда привлекательных свойств: они обладают хорошими излучательными способностями и легко согласуются с тканями, в то же время они могут быть изготовлены тонкими, гибкими, легкими, практически любых требуемых размеров и к тому же недорогими. Расчет микрополосковых устройств сложен и требует строгого математического моделирования, основанного на рассмотрении трехмерных электродинамических структур. До недавнего времени анализ и синтез даже простейших полосковых устройств был возможен с использованием приближенных методов, а экспериментальная отработка представляла длительный и трудоемкий процесс. С появлением систем математического моделирования трехмерных СВЧ-структур, основанных на применении метода конечных элементов, реализовалась возможность строгого анализа и оптимизации электродинамических характеристик полосковых излучающих устройств.

Целью работы является математическое моделирование и детальное исследование электродинамических характеристик полосковой антенны. Антенна используется в составе аппарата медицинской, радиоволновой терапии АМРВТ-01 в качестве излучателя электромагнитного поля низкой интенсивности правой или левой круговой поляризации.

Антенна имеет диагональное двухточечное питание пятидесятиомным коаксиальным фидером и два индуктивных короткозамыкающих штыря в резонаторной полости между излучателем и экраном, расположенные на оси симметрии антенны. Расположение точки запитки на оси, ориентированной под углами  $\pm 45^\circ$  к осям симметрии антенны, является условием возбуждения одинаковых по амплитуде и структуре полей пространственно ортогональных колебаний. Снятие вырождения достигается с помощью короткозамыкающих штырей в резонаторной полости. Соответствующим выбором местоположения штыря можно получить требуемые

условия для формирования поля излучения круговой поляризации. Использование двухточечного диагонального питания антенны позволяет получать поле правой или левой круговой поляризации в зависимости от подачи питания на тот или иной вход.

Поскольку при реализации антенны существует много степеней свободы таких, как размеры пластин излучателя и экрана, диаметр штырей, их высота и расположение, расположение точек питания антенны, то ее экспериментальная отработка длительна и трудоемка. Поэтому решение задачи точного расчета характеристик антенны позволяет существенно упростить процесс ее разработки, экспериментальной доводки и улучшения электродинамических характеристик.

Компьютерное моделирование электродинамических характеристик антенны в частотной области осуществлялось в среде системы программного обеспечения Agilent HFSS5.6, предназначенной для расчета пассивных трехмерных структур методом конечных элементов.

Система позволяет рассчитывать полное трехмерное распределение электромагнитного поля в многополюсной структуре, (включая поле излучения и параметры антенн в дальней зоне), с последующим вычислением обобщенной матрицы рассеяния S многополюсника.

Для расчета электродинамических характеристик антенны была создана с помощью встроенных в Agilent HFSS 5.6 стандартных средств AutoCAD'a ее геометрическая модель, описаны материальные параметры элементов и заданы граничные условия на их поверхностях.

Проведен расчет диаграмм направленности антенны, согласования по входам, исследованы физические процессы формирования полей правой и левой круговой поляризации, необходимые для ясного понимания взаимосвязи геометрии антенны с ее электродинамическими характеристиками при их дальнейшей оптимизации и поиске специальных режимов работы.

### **Некоторые проблемы и перспективы использования телекоммуникационных сетей для нужд телемедицины**

**В. И. Чумаков, С. А. Ковпак, Л. В. Костюк**  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина*

В последние годы отмечается ухудшение ряда показателей, характеризующих состояние здоровья населения Украины: низкая рождаемость, рост смертности, сокращение продолжительности жизни, рост распространения болезней со стойкой потерей трудоспособности.

На обширной территории нашей страны существуют специализированные медицинские центры, обладающих высококвалифицированными специалистами, но, к сожалению, в большинстве своем они сконцентрированы в столице и крупных городах, так что для жителей отдаленных районов существуют определенные трудности оперативно получить консультацию. Кроме того, необходимость сверх оперативных консультаций часто возникает у работников медицинских учреждений на местах.

В таких условиях становится жизненно необходимым переход на принципиально новый уровень медпомощи с использованием быстро развивающихся высоких технологий.

Огромные перспективы в этом плане открывает использование телемедицинских технологий, содержащих лечебно-диагностические консультации, образовательные, научные мероприятия в области здравоохранения, реализованные с применением телекоммуникационных технологий.

Ориентируясь на решение триединой задачи телемедицины, и используя достижения современных технологий телекоммуникации и информатики, имеющиеся практические достижения научных и медицинских центров Украины можно уже сейчас ставить задачу построения телемедицинской сети.

Телемедицинская сеть строится как децентрализованная система по типу открытых систем. Технологические решения для обеспечения телемедицинских систем должны ориентироваться на стандартные протоколы передачи и структуры сообщений при обмене медицинскими данными. Это тем более важно, что используются системы разных фирм и разнообразные каналы связи, что выдвигает задачу анализа совместимости борудования и интеграции различных коммуникационных систем.

Важным аспектом является защита информации в сетях, определение оборудования и программного обеспечения для реализации этой задачи в полном объеме. Должны предусматриваться также совместимые системы оцифровки, анализа и передачи медицинских изображений независимо от используемого медицинского оборудования.

Регулярный анализ коммуникационной поддержки телемедицины обеспечит последующую своевременную коррекцию технических решений.

### **К вопросу о физиологической норме variability сердечного ритма у исследуемых с разным типом вегетативной регуляции**

**Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова, А. П. Жужгов, И. И. Шумихина, Т. В. Красноперова**  
*Удмуртский государственный университет, Ижевск, РФ*

Вопрос о «внутренней неоднородности здоровой популяции» и разных типологических особенностях организма, связанных с различным уровнем биологического развития поднимается давно. Представления о норме как среднестатистическом показателе сегодня не устраивает ни физиологов, ни клиницистов в виду наличия индивидуальных особенностей организма, цикличности процессов, возрастно-половых и др. различий.

Цель исследования: определить возрастные нормативы variability сердечного ритма (ВСР) у здоровых людей с разной активностью вегетативной регуляции организма.

Объект и метод: проведен анализ статистических и спектральных характеристик ВСР у 3046 человек в возрасте от 7 до 21 года и 640 спортсменов в возрасте от 10 до 21 года. Запись ВСР проводилась в положении лежа в течение 5 минут по методике Баевского с помощью прибора «Варикард» (Рязань).

Результаты: независимо от пола и возраста исследуемых выявлено наличие большого разброса показателей ВСР и присутствия ярко выраженных индивидуальных (типологических) особенностей ВСР. Полученные нами данные дают основание говорить не только о состоянии текущей активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС, но и типологических особенностях регуляторных процессов в организме. Нами разработаны количественные и качественные критерии отбора показателей ВСР для определения типа вегетативной регуляции сердечного ритма. Было выделено 4 группы исследуемых с достоверными количественно-качественными различиями в показателях ВСР, характеризующих разную степень напряжения и взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов ВНС, автономного и центрального контуров управления сердечным ритмом. Эти группы нами условно названы группами (ВР) вегетативной регуляции сердечного ритма.

Исследуемые с умеренным и выраженным преобладанием симпатической активности были отнесены к I и II группам ВР сердечного ритма, а с умеренным и выраженным преобладанием парасимпатической регуляции к III и IV группам. Данные параметров ВСР у лиц I и II групп указывают на преобладание центральной (ПЦР), а в III и IV группах — автономной (ПАР) регуляции сердечного ритма.

У исследуемых I группы ВР сердечного ритма (17,4 %) достоверно меньше значения R-R и MxDMn кардиоинтервалов, ниже

RMSSD, больше SI, достоверно ниже TP и амплитуда HF- и LF-волн. Для этого типа спектра характерно доминирование LF над HF волнами, что указывает на более выраженное напряжение регуляторных систем организма, по сравнению с лицами III группы ВР сердечного ритма.

Для II группы ВР сердечного ритма (22,9 %) характерны самые высокие значения SI и самые низкие показатели спектра, особенно VLF волн, по сравнению с другими группами, что является крайне неблагоприятным сочетанием и указывает на сниженное текущее функциональное состояние и наличие дизадаптации в регуляторных системах.

Наиболее оптимальное соотношение между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и центральными структурами выявлено во всех возрастных периодах у исследуемых III группы ВР сердечного ритма (43,9%), что можно принять за «норму» функциональной зрелости и активности регуляторных систем, отражающих высокие адаптивные возможности организма. У них по сравнению с другими группами (I и II) больше длительность R-R и MxDMn кардиоинтервалов, больше значения SDNN, PNN50, меньше SI и более выражена медленно-волновая структура спектра (TP, HF, LF, VLF, ULF). Это подтверждено данными анализа ВСР у 640 спортсменов, у которых независимо от возраста, пола и специфики спорта в 60–72% случаев была выявлена III группа ВР сердечного ритма.

ВСР у исследуемых IV группы ВР сердечного ритма (15,8 %) отличается достоверно резким увеличением значений R-R и MxDMn кардиоинтервалов, низким SI и очень высокими показателями спектральной функции с выраженным преобладанием HF-волн, что связано с несовершенством или различными дисфункциями в регуляторных механизмах.

Длительные наблюдения за испытуемыми I и III групп ВР показали, что в норме в покое у каждого индивидуума выявленная группа ВР сердечного ритма стойко сохраняется и изменяется, лишь при донозологических состояниях и больших стрессовых нагрузках. Речь идет о том, что при повторном воспроизведении записей ВСР качественные показатели ВСР в норме в покое не изменяются, а имеются лишь их количественные сдвиги, которые укладываются в диапазон значений ВСР той или иной группы ВР сердечного ритма, что дает основание предположить о генетической детерминированности различных норм в регуляции сердечного ритма.

Установлено, что у всех детей с увеличением возраста от 7 до 21 года изменяется активность симпатического и парасимпатического отделов ВНС в виде асинхронных колебательных процессов, что отражается на функциональной зрелости и устойчивости этих систем. Такие же процессы выявлены между активностью автономного и центрального контуров управления ритмом сердца. Нами показано, что в каждой группе ВР сердечного ритма регуляторные системы имеют свой уровень и период колебательных процессов.

Выявленные нами типологические особенности ВСР у исследуемых независимо от возраста и пола указывают, что адапционные реакции индивидуальны и реализуются у разных людей с разным включением функциональных систем. Важно понять, что усреднение показателей ВСР у исследуемых с разным типом вегетативной регуляции сердечного ритма ведет не только к ложной интерпретации полученных результатов, но и к снижению диагностической ценности метода ВСР.

## Управление частотными режимами стимулятора с помощью ЭВМ

**О. О. Шугуров**

*НИИ биологии Днепропетровского национального университета, Украина*

При исследовании электрических характеристик нервной системы используются одиночные, парные импульсы, пачки раздражающих стимулов с постоянными межимпульсными интервалами,

а также пачки, модулируемые по частоте синусоидальной функцией, белым шумом. Промышленные стимуляторы не имеют возможности произвольного варьирования межимпульсных интервалов, или имеют, но ограниченные. Например ЗСУ-2 может осуществлять только синусоидальную модуляцию, генератор кодовых пакетов импульсов Г5-37 формирует только 40 импульсов с задержкой не более 2 мс, генератор Г5-55 имеет режим псевдослучайных последовательностей. Современные исследования требуют набор функций частотной модуляции, которые могут создать адекватные потоки импульсов для диагностики или лечения нервных патологий.

Указанные модуляционные функции может выполнить интерфейсная система КАМАК под управлением ЭВМ, однако с одной стороны программирование КАМАК требует специальных знаний и навыков и, во-вторых, для этого необходимо наличие дополнительных устройств — кейт КАМАК, сопрягаемый с конкретной машиной контроллер КАМАК, модули ЦАП и др. Однако есть возможность управления запуском промышленного стимулятора с помощью персональной ЭВМ, выполняемого на прямую без промежуточных.

Для создания программируемых импульсных последовательностей, подаваемых на синхронизирующий вход стимулятора, была использована персональная ЭВМ, управляемая разработанной программой «Stimul», написанной на TurboPascal. Основным достоинством машин класса IBM PC, является возможность передачи информации по телефонному каналу, который можно использовать для запуска промышленных стимуляторов. При работе ЭВМ в режиме телепередачи на выходе разъема ComPort формируется импульс с амплитудой 25 В и передним фронтом порядка 10 мкс. Для запуска стимулятора соответствующие контакты разъема следует соединить со входом синхронизации прибора, находящегося в ждущем режиме.

Открытие канала телепередачи производится оператором OPEN«COM», причем с целью повышения частоты стимуляции в операторе используется параметр скорости 9600 бит/с. Этот оператор открывает буфер телепередачи что дает возможность асинхронного обмена данными (согласно стандарту RS232) с другими устройствами. В нашем случае для IBM PC удобно использовать порт COM1, с которого можно снимать искомые импульсы.

Программа имеет древовидную структуру исполнения. Начальный запуск ведет к входу в главное меню, в котором необходимо выбрать интересующий режим работы. Разработанная программа «Stimul» включает 3 режима:

- 1) режим информационной поддержки работы с программой;
- 2) режим создания файлов данных (программирование последовательности стимулов);
- 3) режим запуска стимулятора.

Режим 1. Этот режим включает предъявление на экран сопроводительной информации, необходимой при выполнении программы. Здесь указан способ электрического соединения IBM и стимулятора, а также необходимые операции настройки системы.

Режим 2. Создание файлов данных. Во многих случаях при использовании большого количества запрограммированных интервалов целесообразно предварительно ввести в особые файлы данных все необходимые значения. В режиме имеется возможность занесения данных в создаваемый файл, просмотр файлов с данными, их удаление.

3. Режим работы со стимулятором включает в себя ряд способов частотной модуляции потоков импульсов, подаваемых на объект: а) произвольные межимпульсные интервалы, задаваемые экспериментатором непосредственно во время работы или при считывании с файла; б) стимуляция импульсами, модулированными случайной величиной межимпульсного интервала (использована стандартная функция RND, причем инициализированием генератора можно получать новые последовательности, или повторять старые). В программе предусмотрена возможность не только указывать минимальный

и максимальный межимпульсный интервал в такой серии, но и задавать кратность интервала в любом пределе.

в) использование тригонометрических функций частотной модуляции:  $y = \text{Log}_2 x$ ;  $Y = a^x$ ;  $Y = a \cdot \text{Sin}(x)$ , где  $t$  — время. Во всех функциях можно менять как переменную, так и основание «а». Для удобства работы каждую из вышеуказанных функций можно повторить, кроме того с целью протоколирования данные межимпульсных интервалов в пачке можно вывести на принтер.

Проверка работоспособности программы показала достоверные результаты с высокой степенью стабильности частотных параметров. Программа «Stimul» легко может быть перенастроена пользователем на конфигурацию собственной ЭВМ, и кроме того, она обеспечивает прямое управление (запуск) стимулирующей и регистрирующей аппаратуры без внешних дополнительных блоков, и может рекомендоваться для использования в практической медицине.

### Особенности вариабельности сердечного ритма и гемодинамики у юных футболистов под влиянием трехлетнего тренировочного процесса

*И. И. Шумихина, Н. И. Шлык, Е. Н. Сапожникова*  
*Удмуртский государственный университет, Ижевск, РФ*

В основе достижения спортивного результата и его роста лежат адаптационные процессы, происходящие в организме человека. Переход от срочного этапа к устойчивой долговременной адаптации основан на формировании структурных изменений как в системе кровообращения, так и в регуляторных системах организма (Меерсон Ф. З., 1981; Дембо А. Г., 1980; Хрущев С. В. с соавт., 1982; Макарова Г. А., 2003). Эта проблема приобретает особую актуальность в связи с привлечением значительного количества детей к занятиям спортом, в частности, футболом.

Целью данного исследования явилось изучение особенностей вариабельности сердечного ритма (ВСР) и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием трехлетнего тренировочного процесса.

Применялся метод изучения вариабельности ритма сердца по Баевскому и тетропольной реографии по Тищенко у 120 спортсменов-футболистов в возрасте 10–12 лет.

При анализе показателей вариабельности сердечного ритма у футболистов в возрасте 10 лет нами установлены особенности в степени активности вегетативной регуляции сердечного ритма. Так, нами выявлены 2 группы спортсменов, имеющих различные количественно-качественные соотношения активности вегетативной регуляции сердечного ритма, которые проявлялись в различной степени активности симпатического, парасимпатического отделов ВНС и центральных структур управления ритмом сердца, согласно классификации Шлык Н. И. (1991–1996), 20% детей были отнесены к I группе ВР, для них характерна высокая активность симпатического отдела ВНС и центральных структур управления деятельностью сердца, а 80% — к III группе ВР (высокая активность парасимпатического отдела ВНС и центральных структур управления деятельностью сердца); по составу эти группы не менялись в следующие 2 года тренировок.

Нами установлено, что с возрастом у футболистов I и III групп ВР изменяется эффективность адренергических воздействий на ритм сердца, в частности, в 11 лет она усиливается, а в 12 лет уменьшается. У детей I группы ВР эти изменения более выражены и происходят на фоне дисрегуляции со стороны центральных структур управления деятельностью сердца.

В условиях покоя, судя по значениям ЧСС, УОК, МОК, СИ, САД, АДср. и ОПСС, у футболистов I и III групп установлена зависимость между уровнем активности регуляторных систем и функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы. Для детей III группы ВР характерен эукинетический тип кровообращения и экономичный уровень производительности сердца, а для детей

I группы гиперкинетический тип кровообращения и низкий уровень производительности сердца.

Исходный уровень активности кардиорегуляторных систем определяет особенности реакции организма юных спортсменов на одинаковую тренировочную нагрузку: футболисты III группы ВР независимо от возраста реагируют качественно одинаковым вариантом реакции — увеличением СИ и снижением мощности LF- и VLF-волн, что указывает на устойчивость системы кровообращения к систематическим физическим нагрузкам. Дети I группы ВР с возрастом реагируют на тренировочную нагрузку разными вариантами реакции: в 10 лет — увеличением СИ и уменьшением мощности VLF-волн, в 11 лет — снижением СИ и увеличением мощности LF- и VLF-волн и в 12 лет — понижением СИ и мощности VLF-волн, что свидетельствует о неустойчивости их кардиорегуляторных механизмов к тренировочным нагрузкам и о проявлении дизадаптации.

Регулярные тренировочные занятия футболом у детей I группы в течении трех лет в меньшей степени повышают адаптивные возможности системы кровообращения, чем у детей III группы. Об этом свидетельствует ортостатическое тестирование до и сразу после тренировки, которое выявило более низкий уровень резервов системы кровообращения у футболистов в 10-, 11- и 12-лет, по сравнению с детьми III группы.

Таким образом, результаты исследования, в частности, данные о разнонаправленности изменений отдельных показателей ВСР при проведении ортостатической пробы или тренировочного занятия, углубляют представление о природе ВСР, указывая на возможность участия в этих процессах высших вегетативных центров и гуморальных факторов. Учет характера вегетативной регуляции сердечного ритма позволит более точно проводить спортивный отбор для занятий футболом (в этом отношении дети III группы могут служить своеобразным эталоном), раньше выявлять формирование донозологических состояний и перетренированности, а также может быть важным при планировании объемов и интенсивности тренировочных нагрузок.

### Анализ взаимосвязи показателей многопрофильной больницы и консультативной помощи в системе видеоконференцсвязи

*В. Н. Эктов, А. Г. Морева, М. А. Шеменёв, Н. А. Грошев*  
*ГУЗ «Воронежская областная клиническая больница №1», Воронеж, РФ*

Одной из современных информационных технологий является телемедицина, которая занимает сегодня ведущие позиции во взаимодействии лечебных учреждений страны. Телемедицинские технологии позволяют более эффективно использовать большой потенциал квалифицированных специалистов. В большинстве литературных источников расчет экономического эффекта от внедрения этих технологий базируется на сокращении расходов на транспортировку больного и сокращение сроков постановки диагноза. В тоже время почти не обсуждается вопрос о влиянии внедрения этой технологии на показатели работы крупных лечебных учреждений.

В настоящее время консультативную помощь в системе видеоконференцсвязи специалисты государственных медицинских учреждений Воронежской области и сотрудники Воронежской государственной медицинской академии оказывают в 13 телемедицинских кабинетах центральных районных больниц (Аннинская, Бобровская, Богучарская, Борисоглебская, Грибановская, Калачевская, Кантемировская, Лискинская, Новохоперская, Острожская, Павловская, Россошанская, Таловская ЦРБ). В областном телемедицинском центре (ГУЗ «Воронежская областная клиническая больница №1») развернуто 3 телемедицинских комплекса в различных корпусах больницы. В перспективе планируется расширение сети медицинских учреждений подключенных входящих в телемедицин-

скую сеть за счет государственных и муниципальных учреждений, в Воронежской областной клинической больнице №1 использовать видеоконференцсвязь в отделениях, где имеется доступ локальной общепользовательской сети. За четыре года (2003–2006 гг.) функционирования телемедицинской сети накоплен значительный опыт проведения консультативной работы и обучающих мероприятий в системе видео-конференцсвязи. Если в 2003 году проведено 428 консультаций, то в результате проводимых организационных и административных мероприятий количество консультаций в 2006 году возросло до 1 466. Несмотря на нарастающий объем консультативной помощи глобально достаточно трудно оценить эффективность телемедицинских технологий на оптимизацию диагностического и лечебного процесса.

Целью данной работы было выявление достоверной статистической взаимосвязи между показателями работы многопрофильного больничного комплекса и объемов консультативной помощи, проводимой в системе видеоконференцсвязи.

Материалы и методы. Для анализа использовались результаты консультативной помощи областного телемедицинского центра в 11 районах Воронежской области за 2006 год (2 района были подключены к телемедицинской сети в начале 2007 года, поэтому в расчет не принимались). В качестве данных, характеризующих работу больничного комплекса были выбраны: количество больных (по районам и отделениям); количество больных, госпитализированных по экстренным показаниям; количество плановых больных, госпитализированных через консультативную поликлинику, показатели средней статистической группы сложности заболеваний, количество летальных исходов, прооперированных больных, количество койкодней и ряд других показателей, представленных отделом медицинской статистики. Абсолютные показатели пересчитывались на 1000 населения районов области. Взаимосвязь относительных показателей определялась с использованием коэффициента корреляции, при уровне значимости 0,05. Кроме этого анализировалась динамика показателей (2002–2006 гг.) в телемедицинских районах на основе критерия Вилконсона. Расчет проводился в пакете анализа программного продукта Microsoft Excel 2003 и Statistica 6.0.

Обсуждение. В 2006 году областным телемедицинским центром осуществлено 1466 консультаций, более чем по 60 профилям специалистов. Из общего количества консультаций по срочным показаниям осуществлено 12 — (0,8%). От общего количества проконсультированных на госпитализацию в областные ЛПУ были направлены 462 пациента — 36%. За прошедший год специалистами ЦРБ были наиболее востребованы консультации следующих областных ЛПУ: «Воронежская областная клиническая больница №1» — 1 209 (82%) от общего числа консультантов, «Воронежский областной клинический противотуберкулезный диспансер» — 186 (13%), «Воронежская областная клиническая инфекционная больница» — 16 (2%). Консультации педиатрического профиля составили — 48 (3,3%). Наиболее часто поступали заявки на консультации акушерско-гинекологического — 256 (18%), гастроэнтерологического — 136 (10%), кардиологического (взрослые и дети) — 124 (8,5% от общего количества), эндокринологического — 79 (5,3%), ревматологического — 64 (4,4%) профилей.

Первоначально анализировалось наличие телемедицинского комплекса, как фактора улучшающего диагностический и лечебный процесс по сравнению с районами, где телемедицинский комплекс отсутствовал. При анализе данных за 2006 год оказалось, что из районов, где имелась возможность провести консультацию с областными специалистами при расчете на 1000 нас. больных поступало меньше ( $17,8 \pm 4,0$  vs  $27,7 \pm 11,3$ ;  $r=0,44$ ,  $p=0,01$ ), в том числе, по экстренным показаниям ( $4,9 \pm 1,2$  vs  $9,5 \pm 5,6$ ;  $r=0,43$ ,  $p=0,02$ ), при этом они чаще поступали непосредственно в стационар без консультации в областной консультативной поликлинике ( $12,7 \pm 3,0$  vs  $18,0 \pm 5,9$ ;  $r=0,44$ ,  $p=0,01$ ), при лечении в отделениях нашей больницы длительность пребывания на койке ( $200 \pm 39$  vs  $310 \pm 126$ ;  $r=0,45$ ,  $p=0,01$ ) и летальность больных из этих районов оказалась ниже ( $0,15 \pm 0,5$  vs  $0,33 \pm 0,2$ ;  $r=0,43$ ,  $p=0,02$ ).

На втором этапе были выделены 11 районов, имеющие телемедицинские комплексы и среди этой группы проанализирована взаимосвязь объема консультаций в системе видеоконференцсвязи и показателей работы отделений многопрофильной специализированной клиники (ГУЗ «Воронежская областная клиническая больница №1») за 2006 год. Достоверных взаимосвязей между количеством консультаций в районах и эффективностью работы больницы в целом выявлено практически не было.

В тоже время, анализируя динамику изменения показателей за период 2002–2006 гг., характеризующие районы с телемедицинским комплексом выявляется достоверная тенденция к уменьшению количества больных из этих районов ( $20,4 \pm 4,4$  в 2002 году vs  $17,8 \pm 4,2$  в 2006,  $p=0,003$ ), и как следствие — уменьшение летальности на 10 тыс нас. ( $2,34 \pm 0,74$  vs  $1,55 \pm 0,56$ ,  $p=0,01$ ), койко-дней на 10 тыс. нас. ( $2506,9 \pm 496,5$  vs  $2004,6 \pm 418,6$ ,  $p=0,003$ ) и прооперированных больных на 10 тыс. нас. ( $94,3 \pm 26,7$  vs  $82,9 \pm 21,7$ ,  $p=0,02$ ).

Выводы. Наличие телемедицинского комплекса, и как следствие, постоянной консультативной поддержки областными специалистами является одним из множества факторов, позволяющих оптимизировать лечебно-диагностический процесс в районах области, а также повысить оперативность лечения и улучшить прогноз. В тоже время, выявить долю влияния телемедицинских технологий в формате этого исследования на показатели деятельности больницы не представляется возможным из-за многофакторности данного процесса.

## Вариабельность сердечного ритма: трезвый взгляд

*Н. И. Яблчанский, А. В. Мартыненко*

*ХНУ им. В. Н. Каразина, Харьков, Украина*

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) ВСР — технология динамического неинвазивного контроля нейрогуморальной регуляции (НГР). Не все в ее приложениях просто и не всегда она оправдывает ожидания.

Проблему видим в упрощенном понимании ВСР, которое ведет к ошибкам интерпретации. Упрощение состоит в связывании диагностической значимости множества показателей временной области ВСР исключительно с понижением ее значений, приписывании частотным доменам спектра ВСР эквивалента парасимпатического, симпатического, гуморального и т.п. звеньев НГР, оперировании изменениями мощностей частотных доменов спектра ВСР как мощностей регуляторных влияний звеньев НГР.

Последствиями упрощения являются фетишизация ВСР, присвоение ее показателям несвойственных свойств с ложными заключениями.

ВСР порождена НГР — многоконтурной иерархической нелинейной структурой, через сенсоры открытой (внешнему и внутреннему) миру, и взаимодействующей с ним.

Чем выше уровень НГР, тем более широким спектром временных реакций он характеризуется. Любое звено НГР представлено и действует на разных уровнях и никакое звено не может иметь характерный только ему спектр временных реакций. НГР реагирует на (внешний, внутренний) стресс любой природы и интенсивности как целостная система. Невозможно создать искусственное влияние, изолированно возмущающее какое-либо одно ее звено.

ВСР отражает системные реакции НГР и любые ее протоколы должны рассматриваться только в с позиций реакций НГР как целостной системы.

В соответствии с этим естественно оценивать мощность, индивидуальность влияний, качество и состояние НГР в ее соответствии (несоответствии) общему состоянию здоровья через структуру ВСР.

Интерпретация должна строиться на понимании ВСР как меры мощности влияний НГР, отражении в ней индивидуальности НГР. В функциональном смысле естественно говорить не о парасимпати-

ческом, симпатическом, гуморальном и иных звеньях, но быстрой, средней и медленной регуляции, с соответствующей интерпретацией спектральных доменов ВСП.

ВСП должна рассматриваться исключительно в рамках НГР.

### Omega-3 polyunsaturated fatty acids increase heart rate variability in peptic ulcer patients

A. P. Cherkas<sup>1,2</sup>, O. P. Yelisyeyeva<sup>1</sup>, K. O. Semen<sup>1</sup>,  
B. M. Zhmurko<sup>2</sup>, G. D. Grynychuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Danylo Halytsky National Medical University, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Novoyavorivsk Regional Hospital №1, Novoyavorivsk, Ukraine

**Introduction:** Decrease in heart rate variability (HRV) and changes in structure of spectrum are reported to be involved in pathogenesis of peptic ulcer (PU). Omega-3 polyunsaturated fatty acids ( $\omega$ -3 PUFA) improve HRV by several mechanisms and could be beneficial in complex treatment of PU.

The aim of our paper was to study HRV parameters in PU patients comparing to healthy volunteers (HV) and to evaluate efficiency of  $\omega$ -3 PUFAs used after standard treatment.

**Objects:** 55 *Helicobacter pylori* (Hp)-positive PU patients (mean age  $32.0 \pm 0.8$  yy.) with active duodenal PU. Control group consisted of 29 volunteers (mean age  $29.7 \pm 1.4$  yy.).

**Methods:** PU patients were divided randomly into two groups: group 1 (n=30) received standard treatment according to Maastricht Consensus II (2000) and group 2 (n=25) after standard eradication scheme (equal to group 1) were administered 1.5 g/day of esterified  $\omega$ -3 PUFA («Epadol»™, KVZ, Kyiv, Ukraine) for 30 days. Hp contamination and HRV were studied before treatment and 4–5 weeks after Hp eradication. Five min. ECG curves were recorded by computer electrocardiograph «VNS-Micro» (Neurosoft®, Russian Federation) in supine position and during active orthostatic test. RR intervals were determined with sampling frequency 2 kHz and were analyzed with Neurosoft® software designed according to HRV standards.

**Results:** An efficiency of Hp eradication was high (above 90%) and didn't differ significantly in both PU groups. PU patients showed significantly lower time domain data and total spectral power comparing to healthy volunteers. However structure of spectrum failed to show significant difference. Standard treatment lead to significant decrease of most HRV parameters while  $\omega$ -3 PUFAs provided marked increase (almost two fold) of total spectral power predominantly by dramatic increase in high frequency component. Activation of aerobic metabolism, improvement of autonomic regulation, endothelial function and microcirculation are discussed as probable mechanisms responsible for beneficial effects of  $\omega$ -3 PUFAs.

**Conclusions:** Lower HRV in PU patients is further decreased by standard treatment. Inclusion of  $\omega$ -3 PUFAs into management plan of PU proved to be efficient improving HRV.

### The neural network model of the ecological system

Y. Liakh, V. Gurianov, O. V. Lahno

Medical biophysics Department,

Donetsk State Medical University, Ukraine

The neural network's modification of the predator-prey model (Lotka) is studied.

The computer program for visualisation of ecological system evolution and analyses of solutions for the discrete number changing of preys and predators was produced. The interaction of preys and predators are formalized as a game. The game consists of the following events: each step individuals loses D0 points, when a prey approaches a food prey is awarded D1 points, when a predator approaches its prey from behind, the predator is awarded D2 points, while the prey

loses D3 points. Each step all preys and predators receive the score. After receiving a score, individuals can be categorized as either winners or losers. The winners are allowed to reproduce, while the losers are gradually removed from the system. The offspring of a winner inherits the behavior of the mother in the form of slightly modified algorithms or parameters. If the score of a mother exceeds the threshold T, she reproduces a daughter in her circular neighborhood f radius R. These processes are called the birth and death. When a new individual is born, parameters are inherited from the mother with some modifications.

Preys and predators moves in the plane. Main difference from classical the problem is that individuals can be trained on the examples. Probabilistic neural network (PNN) is realized as a decision-making system. These networks are used only for classification. They have three or four layers. There is an input layer, a layer of radial units, and a layer of linear classification units. The radial units in the probabilistic network are used to store pattern exemplars, taken directly from the training data. The classification layer units each add together the outputs of pattern exemplars for each class, thus constructing an estimate of the probability of membership of that class. Their weights are adjusted to take into account the representation of each class, and known prior probabilities of class membership. There is one such unit for each class. Probabilistic networks train extremely quickly. PNN is trained to predict change of score of individuals by means of previous experience. The decision-making system selects the best direction of motion in the given situation, which determines the greatest positive change of score.

Results of numerical experiments on investigation of adaptation mechanism importance on vitality of population are analysed. The adaptation mechanism is realised by the neural network which learns on the evolution process. Simulations were realized for two situations: (a) predator move at random, prey move at random; (b) predator move at random, prey adapts the motion by training of the neural network.

Fig. 1 presents the two-dimensional dynamic system of (a) situation; Fig. 2 presents the two-dimensional dynamic system of (b) situation.

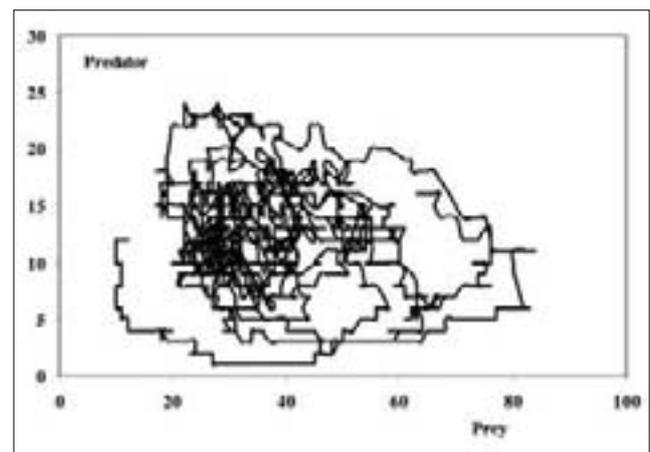


Fig.1.

Simulation gives us that under condition of the prey's food high density there aren't any differences of trajectories predator-prey systems of these situations. But these trajectories are different under condition of the prey's food low density. Prey's number and predator's number are decreased on decreasing of the prey's food for the first situation. Prey's number can be increased but predator's number is decreased on decreasing of the prey's food for the second situation.

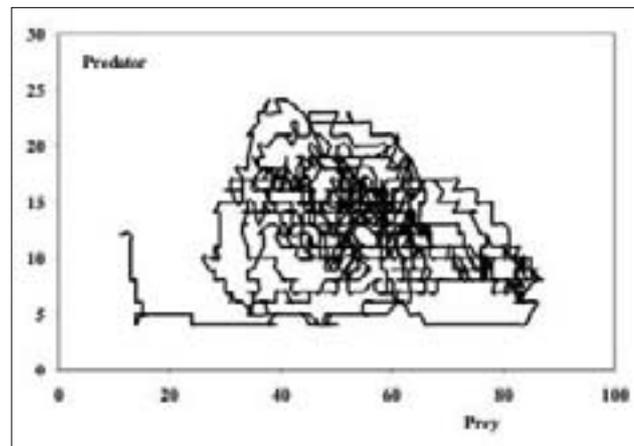


Fig. 2.

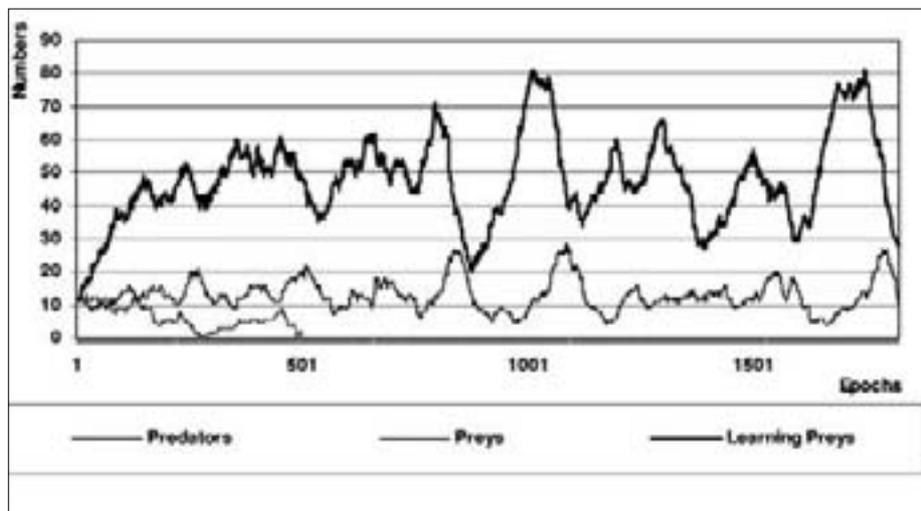


Fig.3.

Simulation for three-population system was realized (predator move at random, prey move at random, prey adapts the motion) (Fig. 3). Computation gives us the fast decreasing (during 2–4 per-

iods) of the first prey's population and stabilization of the training prey's population. This computation once again confirms importance of adaptive mechanisms for a competition.

### Impact of a Birth Defects (BD) Information System in Ukraine and Beyond

*S. Lapchenko, W. Wertelecki*

*OMNI-Net Ukrainian Birth Defects Registry and Medical Genetics University of South Alabama, Mobile, USA*

International Birth Defects Information System (IBIS) is a website initially designed to enhance health care services, parental support groups and five BD surveillance teams in Ukraine (<http://www.ibis-birthdefects.org>). IBIS offers fact sheets in Ukrainian and English plus links to websites, preferably in non-English. IBIS information channels concern birth defects-syndromes, care and prevention themes and support organizations. A companion website ([www.consultsos.com/pandora/intro.htm](http://www.consultsos.com/pandora/intro.htm)) offers humanistic vistas inclusive of bioethics.

Nearly thirty thousand monthly visitors, mostly from the United States, Canada, UK and Australia visit IBIS. Visitors from Ukraine, where

IBIS was systematically promoted by BD surveillance teams, ranked 8th. Users from the Russian Federation and Poland ranked 24th and 26th. Ukrainian visitors to the Pandora website, which was not promoted in Ukraine, ranked 47th, while those from neighboring Russian Federation and Poland ranked 27th and 18th respectively.

The proportion of visitors to IBIS and Pandora were quite similar for all countries except for Ukraine, where visitors to IBIS were substantially more numerous. We conclude that the promotion of IBIS by BD teams was effective because it significantly increased use of BD information by Ukrainians. The data also suggests that offering information materials in vernacular language, in this instance in Ukrainian, is also of considerable importance. Analysis of our experience and data from 1.7 million cumulative visits to IBIS prompts us to seek other partnerships. We welcome BD experts interested in developing and promoting bilingual English-vernacular information to be disseminated through IBIS.

## Kolmogorov-Sinaj entropy during «anticipation stress»

O. Mayorov<sup>1,2,3</sup>, L. Fritzsche<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Medical Informatics and Telemedicine, Kharkiv, Ukraine

<sup>2</sup>Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine

<sup>3</sup>Institute of Children and Adolescent Health Protection, Kharkiv, Ukraine

Chaotic transitions likely emerge in a wide variety of cognitive phenomena and may be linked to specific changes during the emotional stress. They represent relatively short periods in the behavior of a system, which are extremely sensitive to very small changes. This increased sensitivity has been suggested to occur also during retrieval of stressful emotional experiences because of their fragmentary, temporally and spatially disorganized character. If the brain is regarded as a computational device that transforms incoming sensory signals into motor commands — essentially based on past experiences and expectancies of how the external world would behave — we presume the best measure of this trajectory to be its sequential information content (Kolmogorov-Sinay entropy).

Twenty nine normal volunteers (military pilots), aged from 20 to 22, were recruited from the Kharkov Military University. In their medical history there were no significant diseases, and in particularly psychoneurological disorders. All subjects were right-handed, as measured by Chapman&Chapman questionnaire (1987). Informed consents were obtained before participation following requirements of World Medical Association Declaration of Helsinki. The experimental model of «anticipation» stress used in this study was a model proposed by Simpson J. R., Drevets W. C., Snyder A. Z. et al (2001). Subjects wore stimulator coils connected to a stimulator (model MSE-3R, Nihon Kohden, Japan) on the finger pads of the third and little fingers on the right hand. Stimulators voltage was in the range of 1–10 volts. Subject preparation included delivery of a number of threshold electrical stimulus to determine individual pain barrier. Subjects were told that they would be shocked 5–6 times (with 2 minutes interval). They were explained that this level of electrical stimulus would be sufficient to cause pain but would not cause burning or other injury. One minute before stimulation an experimenter entered the chamber and by means of modelling the preparation to the stimulation provoked «anticipation» stress.

Participants were monitored using simultaneous recording of qEEG and Heart Rate Variability (qEEG NeuroResearcher®2005). qEEG and HRV (with eyes closed) were recorded before beginning of the experiment with electrical stimulation (calm wakefulness state), between stimuli (the record with maximal stress index (HRV parameter) was chosen for analysis) and after subjects were told that they would not get any stimulus any more (cancellation of stress factor, rehabilitation after stress). The EEG data were recorded using monopolar principle with reference «averaged» electrode according to the D. Goldman's technique. Conventional 21 channel surface EEG (plus two additional oculograms for artifact and an ECG for heart rate variability assessment) was recorded over the usual frequency bands from 0.5 to 35Hz and the data flow digitized at 400Hz. Artifact-free stationary EEG sectors (35 to 40 s) were submitted into the EEG nonlinear analyses (qEEG NeuroResearcher '2005 system, «Multidimensional Nonlinear Analysis» module). Using EEG nonlinear multidimensional (deterministic chaos) analysis was calculated one of the principal nonlinear parameters, Kolmogorov-Sinay entropy (KSe). KSe is defined as the information content of a time series. Thus, it may represent the gain of sequential information which a dynamical system, such as the central nervous system is able to generate during a sequential task.

During «anticipation» stress comparing with calm wakefulness, in a number of brain areas there was significant reduction of KSe (in the central and right frontal leads: Fpz 17,5 % and Fp2 15,7 %; anterior temporal leads: T3 15,02 % and T4 15,83 %; parietal leads P3 23,8 5% and P4 24,41 % and right occipital lead O2 29,07 %). It is possible to conclude that during «anticipation» stress the number

of parallel processes in the brain is significantly reduced showing organization of the behavioural dominant. It involves mostly areas of the association cortex. More significantly, upon cancellation of stress, the cortex dynamics reestablished to the basic level, that was shown in significant increase of KSe.

The data suggest a role of nonlinear changes of neural dynamics in the processing of stressful anxiety-related memories. These results providing the evidence that stress-induced anxiety correlates with Kolmogorov-Sinaj entropy over the respective distributed brain systems are discussed within the framework of non-linear information theory.

## Efficacy of interval hypoxia in posteradication period in peptic ulcer disease patients by parameters of heart rate variability and indexes of aerobic metabolism

K. O. Semen<sup>1</sup>, A. P. Cherkas<sup>1</sup>, L. I. Husak<sup>2</sup>,  
L. F. Lysak<sup>2</sup>, O. O. Abrahamovych<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Danylo Halystsky Lviv National Medical University, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Lviv Regional Clinical Hospital, Lviv, Ukraine

**Aim:** to evaluate the efficacy of interval hypoxic training (IHT) in treatment of peptic ulcer disease (PUD) patients during posteradication period by parameters of heart rate variability (HRV) and indexes of aerobic metabolism.

**Targeted population:** 67 patients with *Helicobacter pylori* associated active duodenal PUD.

**Methods:** all subjects after receiving triple eradication regimen for 7 days were divided into two groups: group 1 (control, n=35, mean age 32,1 yy.) was assigned to lansoprasol 30 mg once daily; group 2 (n=32, mean age 31,9 yy.) took lansoprasol (30 mg once daily) and performed IHT which was modulated by Frolov's hypoxicator at the regimen three one-minute cycles followed by one two-minute and one three-minute cycles each of them separated by one minute room-air breathing periods. The duration of treatment was 30±3 days. HRV was performed before and after treatment using a short time ECG recording (clinostatic and orthostatic tests) by computer electrocardiograph «VNS-Micro» and analyzed with «Neurosoft®» software (Russian Federation) designed according to HRV standards. Parameters of aerobic metabolism, namely activity of catalase, superoxide dismutase, level of thiobarbituric acid reactive species, oxidative modification products (OMP), medium mass molecules (MMM) were determined in blood serum spectrophotometrically (SF-46, «Lomo», Russian Federation).

**Results:** An eradication level was above 90 % in both studied groups and didn't differ significantly. Inclusion of IHT in posteradication period prevented marked deterioration of time and frequency domain HRV parameters during clinostatic tests and showed improvement of studied indexes in orthostasis compared to control group. Moreover, IHT resulted in normalization of hydroperoxides and MMM levels, caused increase in level of OMP and catalase activity and prevented elevation of β-lipoproteins observed in group 1.

**Conclusions:** IHT can be used in complex treatment in PUD patients during posteradication period as it helps to prevent deterioration of HRV indexes and causes activation of the aerobic metabolism.

**Авторский указатель тезисов  
научно-практической Конференции «Компьютерная Медицина'2007»**

Abrahamovych O. O.	c.157	Гук А.	c.105
Cherkas A. P.	c.155, 157	Гуль Л. М.	c.146
Fritzsche L.	c.157	Гурьянов В. Г.	c.126, 127
Grynchuk G. D.	c.155	Давыдова Е. В.	c.142
Gurianov V.	c.155	Дикий Б. В.	c.105
Husak L. I.	c.157	Добровольська А. М.	c.106
Lahno O. V.	c.155	Дяченко С.О.	c.102, 105
Lapchenko S.	c.156	Жужгов А. П.	c.151
Liakh Y.	c.155	Жук В. А.	c.107, 108
Lysak L. F.	c.157	Заремба О. В.	c.109
Mayorov O.	c.157	Заремба-Федчишин О. В.	c.109
Semen K. O.	c.155, 157	Згуральская Е. Н.	c.139
Wertelecki W.	c.156	Зингерман Б. В.	c.110
Yelisyeyeva O. P.	c.155	Иванов Г. Г.	c.111, 143
Zhmurko B. M.	c.155	Ильичев В. П.	c.95
Авдоніна О. В.	c.98	Ищук В. А.	c.111
Адеинка М.	c.101	Іванов В. В.	c.100
Алпатов А. П.	c.92	Йонко В. В.	c.112
Антомонов М. Ю.	c.92	Кабикин В. Е.	c.112
Антонова В. О.	c.104	Калашников В. И.	c.113
Арсеньев А. В.	c.93	Калиманов В. Г.	c.123
Архиреев А. Ю.	c.118	Калинкина Н. В.	c.100
Асанов Э. О.	c.93, 119	Калинчук С. В.	c.101
Ахметшин А. М.	c.94	Кифоренко С. И.	c.114
Баевский Р. М.	c.94	Климова Е. М.	c.98
Баязитов Н. Р.	c.101	Кобзарь Т. А.	c.112, 114
Бебинов Е. М.	c.95	Коваленко А. С.	c.115
Белов В. М.	c.122	Коваленко О. С.	c.102, 125
Белогорцева Л. Ю.	c.95, 94	Коваль Е. А.	c.116
Березницький Я. С.	c.125	Ковпак С. А.	c.151
Благітко Б. Я.	c.102	Козак Л. М.	c.116
Бобров В. О.	c.98	Кокодий Н. Г.	c.117
Бодянский Е. В.	c.98	Колтовой Н. А.	c.118
Божков А. И.	c.98	Команцев В. Н.	c.118
Борец А. А.	c.147	Кондратюк Т. В.	c.112
Ботова С. Н.	c.99	Коркушко О. В.	c.119, 120
Була М. С.	c.109	Королёв В. Д.	c.120, 121
Булгакова Е. Ю.	c.111	Костра В. В.	c.92
Васильев Л. Я.	c.137	Костюк Л. В.	c.151
Ватугин Н. Т.	c.100	Котова А. Б.	c.114, 122
Вікман Я. Е.	c.137	Кочина М. Л.	c.123, 124
Вовк М. І.	c.100	Красноперова Т. В.	c.151
Волков Ю. Н.	c.112	Кривова О. А.	c.115
Востриков В. А.	c.111	Кушнарёв В. М.	c.98
Востров Г. Н.	c.101	Лавренюк Н. В.	c.114
Выхованец Ю. Г.	c.126, 135	Лад С. Н.	c.124
Вязовская О. В.	c.128, 129	Лантух Т. А.	c.95
Гжегоцький М. Р.	c.102	Левенец В. В.	c.124
Годлевский Л. С.	c.101	Леонтьева Ф. С.	c.98
Голубчиков М. В.	c.102, 125	Литвинов О. А.	c.125
Гондуленко Н. А.	c.134	Лукашенко М. В.	c.116
Горбанев В. М.	c.100	Лутай Ю. А.	c.126
Грецкая И. Р.	c.104	Лях Ю. Е.	c.126, 127
Гриценко И. С.	c.107, 108		
Грошев Н. А.	c.153		

Майоров О.Ю.	с.128, 129	Тюрин А. Ю.	с.133
Макиенко Н. В.	с.145	Тяпкин Г. М.	с.101
Мартыненко А. В.	с.130, 154	Фандий Н. В.	с.147
Микульская И. А.	с.122	Федосеева А. А.	с.144
Миронов В. А.	с.131, 133	Федько И. Д.	с.145
Миронов М. В.	с.131, 133	Фенченко В.Н.	с.129
Миронова Т. Ф.	с.133	Фрейвальд В. А.	с.145
Мисаковець О. Г.	с.102	Фролов А. В.	с.146
Мойсеенко М. И.	с.106	Фунтова И. И.	с.94
Морева А. Г.	с.153	Хара Г. И.	с.121
Мороз Ю. Г.	с.134	Харченко О. А.	с.116, 147
Мыльников В. В.	с.131, 140, 148	Хоружев А. Г.	с.148
Нессонова М. Н.	с.93	Хошимов В. Г.	с.149
Николишина А. С.	с.100	Цаканян И. С.	с.150
Нудьга Н. П.	с.134	Чеботарёв Н. Д.	с.119
Огинский А. А.	с.95	Черникова А. Г.	с.94
Онопко О. Б.	с.135	Черняк А. Н.	с.126
Остапенко В. И.	с.135	Чумаков В. И.	с.151
Осташко В. Г.	с.134	Шадрина В. В.	с.140
Панина С. С.	с.134	Шатило В. Б.	с.120
Панченко О. А.	с.135	Шевелев А. Н.	с.100
Пенкин Д. Ю.	с.95, 97	Шевченко А. Б.	с.100
Пенкин Ю. М.	с.93, 95, 97, 107, 108, 120, 121, 135	Шеменёв М. А.	с.153
Петришин Ю. С.	с.102	Шкловский-Корди Н. Е.	с.110
Писарук А. В.	с.119, 136	Шлейфер С. Г.	с.95
Подгорный Д. В.	с.94, 120	Шлык Н. И.	с.151, 153
Попов С. В.	с.98	Шугуров О. А.	с.142
Починка И. Г.	с.99	Шугуров О. О.	с.142, 152
Прокопец В. И.	с.135	Шульгин В. И.	с.144
Прокопчук Ю. А.	с.136	Шумихина И. И.	с.151, 153
Пустовойт О. Г.	с.122	Эктов В. Н.	с.153
Рабик В. Г.	с.102	Яблучанский Н. И.	с.130, 145, 154
Радзішевська Є. Б.	с.137	Яворский А. В.	с.124
Радчук В. Я.	с.146	Яковлев М. В.	с.95
Раскин Л. Г.	с.138	Яценко Н. М.	с.135
Рогозинская Н. С.	с.115		
Розыходжаева Г. А.	с.116, 139		
Романенко С. В.	с.134		
Ряполов Е. Л.	с.95		
Сагайдак Р. В.	с.144		
Сайковская Л. Ф.	с.139		
Салахова А.М.	с.100		
Сапожникова Е. Н.	с.151, 153		
Сафронова Э. А.	с.131, 133, 140		
Сбеитан С.	с.111		
Семчинская Е. И.	с.141		
Серая О. В.	с.138		
Склянная Е. В.	с.100		
Смирнов И. В.	с.101		
Смоляренко И. К.	с.142		
Соколова Т. А.	с.142		
Сорокин Ю. Н.	с.143		
Стасюк Т. Н.	с.104		
Степаненко А. П.	с.98		
Стронгин Л. Г.	с.99		
Суровяткина Е. Д.	с.143		
Тиманюк В. А.	с.117		
Токарев А. В.	с.144		
Тухтакулов А. Ю.	с.149		

**Editorial****Computer Medicine'2007**

Annual International Conference Computer Medicine'2007  
«IT in Reforming Healthcare»  
September 14–15, 2007, Kharkiv, Ukraine. Report 3

**Original Articles**Health information systems**Microsoft Corporation (USA)**

Your health — our care. Information systems: key questions.  
A part 3 6

Information technologies in clinical neurophysiology

Quantitative EEG /EP (qEEG / qEP)

**O. Yu. Mayorov, V. N. Fenchenko**

Researching of the brain bioelectrical activity from positions  
of multidimensional linear and nonlinear EEG analysys 12

Heart rate variability (HRV)**G. G. Ivanov, V. V. Popov, S. Salech**

Structure of heart rate variability at analysis PP-  
and RR-intervals in healthy persons and patients with CHF 21

Images analysis**A. M. Akhmetshin, L. G. Akhmetshina**

Increasing sensitivity roentgenogram analysis by means  
of automorphic mapping method in a basis of eigen images 30

**V. N. Sokolov**

Application of virtual KT-endoscopy of large vesseles, bronch-  
huses and colon with using computer tomograph  
«ASTEION SUPER 4» and «VITREA-2» station  
of TOSHIBA firm 37

Nanotechnologies**S. V. Gorobets, O. Yu. Gorobets, D. O. Derecha**

Bioinformatics as the basic tool for nanobiotechnologies  
and nanomedicine. Review 41

Information technologies in clinical practice

Monitoring systems in clinic of internal medicine

**G. V. Dzyak, T. V. Kolesnyk**

Use of information technologies for definition of an arterial  
hypertension degree according to data of Ambulatory  
Blood Pressure Monitoring 50

Multagent technologies in modelling of diseases

**P. P. Ryzhko, A. Yu. Sokolov, E. K. Chmihun,  
L. V. Roshenyuk, D. I. Chumachenko, A. A. Sokolov**

Modelling of dermatology and venereology diseases  
spreading on the basis of multi agents technologies 56

Pharmacoinformatics**B. L. Parnovsky, M. V. Slabyy, O. N. Zaliska, A. I. Bojko,  
G. V. Kramarenko, G. J. Jatskova, A. A. Lendjak**

Development of the theory of pharmaceutical computer science  
and teaching of this discipline in Ukraine  
Review 60

**V. A. Zhuk, Yu. M. Penkin**

Informational model of the system of integral quality managem-  
ent for pharmaceutical companies 64

Information technologies in medical education**L. Ya. Kovalchuk, V. P. Martsenyuk, A. V. Semenets**

Conceptual methods of the integrated environment  
of the knowledge evaluation in the medical education 71

**Victor Ponomarenko's memories** 77

**Scientific Societies of Medical Informatics**

The Ukrainian Association for  
Computer Medicine (UACM) 78

The European Association of  
Healthcare IT Managers (HITM) 80

International Medical Informatics  
Association (IMIA) 81

European Federation for  
Medical Informatics (EFMI) 83

**Anniversaries**

**Victor Sokolov** — anniversary 84

**Anatoly Chuprikov** — anniversary 85

**Valentin Jatsenko** — anniversary 86

**Medical Informatics, Events, Conferences****MIE 2008**

21st International Congress of the European  
Federation for Medical Informatics, Sweden 87

Calendar of Conferences, Congresses on 2006–2009 88

**New books**

New books on medical informatics, statistics and  
epidemiology, medical imaging, diagnostics computer methods 89

**Abstracts**

Annual International Conference  
«Computer Medicine'2007» «IT in Reforming Healthcare» 92

The author's index of Conference  
«Computer Medicine'2007» theses 158

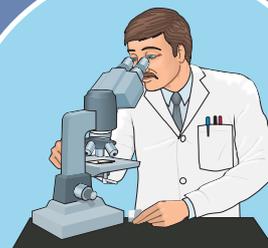
Благополучие Вашего  
лечебного учреждения  
сегодня и завтра  
в условиях семейной  
и страховой медицины.



Институт-МіТ@Клініка® '2007



Технологии создания  
постреляционных медицинских  
баз данных, комплексная система  
управления ЛПУ и лечебно-  
диагностическим процессом.  
Внедрение, сопровождение, обучение.



Институт Медицинской информатики и Телемедицины  
Харьков, 61002, а/я 7313  
Украина  
тел. +380 (57) 700 6881  
[Institute-Mit@ukr.net](mailto:Institute-Mit@ukr.net)

www.цзст.кхатков.ца



СПОНСОР ВЫПУСКА



**ЛЕММА**  
страхова компанія