

УДК 615.47:681.3

## ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ю.Є. Лях, Ю.Г. Вихованець, В.Г. Гур'янов, А.М. Черняк  
roger1964@dsmu.dn.ua

*Донецький національний медичний університет ім. М. Горького, Україна*

У статті описаний комп'ютерний комплекс, що дозволяє проводити мультипараметричну реєстрацію фізіологічних показників при пред'явленні різних тестуючих навантажень, а також їх аналіз у режимі «on-line» з використанням сучасних методів біостатистики. Розглянуті основні етапи математичного аналізу отриманих в результаті тестування біомедичних даних в пакетах статистичного аналізу MedStat та нейромережевого аналізу BioStatNeuro.

**Ключові слова:** комп'ютерний комплекс, біомедичні дослідження, пакети статистичного і нейромережевого аналізу

## ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ БІОМЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.Е. Лях, Ю.Г. Выхованец, В.Г. Гурьянов, А.Н. Черняк

*Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького, Украина*

В статье дано описание компьютерного комплекса, позволяющего проводить мультипараметрическую регистрацию физиологических показателей при предъявлении различных тестирующих нагрузок, а также их анализ в режиме «on-line» с использованием современных методов биостатистики. Рассмотрены основные этапы математического анализа полученных в результате тестирования показателей в пакетах статистического анализа MedStat и нейросетевого анализа BioStatNeuro.

**Ключевые слова:** компьютерный комплекс, биомедицинские исследования, пакеты статистического и нейросетевого анализа

## HARDWARE & SOFTWARE EQUIPMENT FOR BIOMEDICAL RESEARCHES

Yu.E. Lyakh, Yu.G. Vykhovanets, V.G. Gurianov, A.N. Chernyak

*Donetsk national medical university named after M. Gorky, Ukraine*

The paper describes computer device which records electrical signals of quantity humans systems under various physiological testing. The device undertakes the real time analysis using modern methods of a biostatistics. The main phases of the mathematical analysis by applying of MedStat and BioStatNeuro software packages are considered.

**Key words:** a computer device, biostatistics, neural networks

**Вступ.** При розробці методів кількісної біомедичної оцінки станів людини необхідно враховувати системну інтеграцію фізіологічних функцій в процесі різних типів діяльності. Вивчення і оцінка міжсистемних взаємодій фізіологічних систем в процесі тестуючих навантажень дозволить дослідити фізіологічні механізми функціонування організму і розробити кількісні критерії діагностики і прогнозування станів [1,2]. Вирішення такої складної задачі може бути здійснено на основі використання сучасних комп'ютерних технологій. У теперішній час комп'ютерні системи застосовуються не тільки в діагностиці захворювань, а

також і в теоретичних дослідженнях при вивченні механізмів функціонування різних систем організму, моделюванні станів людини [3,4,8].

Основна частина досліджень в цій галузі спрямована на розробку і вдосконалення апаратно-програмних комплексів, які дозволяють не тільки вимірювати первинні фізіологічні і клінічні показники, а й проводити різноманітні перетворення для отримання результату у формі попереднього оцифрованого або текстового запису.

У загальному випадку апаратно-програмні комплекси представляють собою інтеграцію вимірюваль-

© Ю.Є. Лях, Ю.Г. Вихованець, В.Г. Гур'янов, А.М. Черняк

них приладів з обчислювальним пристроєм і програмою, що забезпечує виконання чотирьох головних функцій: керування роботою вимірювального приладу і супроводжуючих пристроїв, зняття і зберігання отриманої інформації, її перетворення і аналіз, представлення результатів у числовому, графічному чи текстовому вигляді [3, 6]. Однією з основних областей розвитку апаратно-програмних комплексів, у якій найбільш компактно і повно реалізується виконання усіх перерахованих функцій, є діагностика функціональних станів людини, що проводиться на основі аналізу електроенцефалограм (ЕЕГ), висхідних потенціалів головного мозку (ВП), електрокардіограм (ЕКГ), електроміограм (ЕМГ), реограм (РГ) та інш. При розробці таких систем об'єктом аналізу є не тільки точкові і статистичні вимірювання показників стану організму, але також і динамічні характеристики функціонування органів і систем. Комп'ютерна реєстрація і аналіз біомедичних показників повинні вміщувати наступні основні етапи: планування експерименту, підготовка апаратури і пацієнта до обстеження, реєстрація показників, перегляд отриманих записів з усуненням артефактів, фільтрація сигналів і обчислювальний аналіз з отриманням результатів у числовому і графічному вигляді, аналіз отриманих даних і формування заключення [3].

Основна частина. Цілі дослідження була розробка комп'ютерного комплексу, що дозволяє проводити мультипараметричну реєстрацію електрофізіологічних

показників при пред'явленні різноманітних тестуючих навантажень, а також їх аналіз у режимі «on-line» з використанням сучасних методів біостатистики.

Для виконання ряду біомедичних досліджень нами був розроблений комп'ютерний комплекс «Поліграф», схема якого представлена на рис. 1. До складу комп'ютерного комплексу увійшло 5 головних частин: IBM-сумісний комп'ютер з операційною системою Windows XP, 32-х каналний поліграфічний посилювач для записів електроенцефалограм, електрокардіограм, реограм, пневмограм, стабілограм та інших фізіологічних показників, АЦП, два монітори, стабілометрична платформа. Крім цього, до комплексу додається набір електродів для реєстрації електрофізіологічних показників, принтер. Комплекс працює від мережі змінного струму напругою 220 В з частотою 50 Гц. Максимальний припустимий час для встановлення робочого режиму – не більше 15 хвилин від моменту включення. Тривалість цифрового запису показників, що реєструються, встановлюється за програмою і може складати від кількох секунд до однієї години і більше. Необхідно відмітити, що даний комп'ютерний комплекс складається тільки зі стандартних сертифікованих пристроїв, на які є відповідні технічні папери (паспорти). Усі блоки, що застосовуються у комп'ютерному комплексі, можуть бути легко замінені при застосуванні інших методів і методик досліджень, а також при поломці окремих пристроїв.

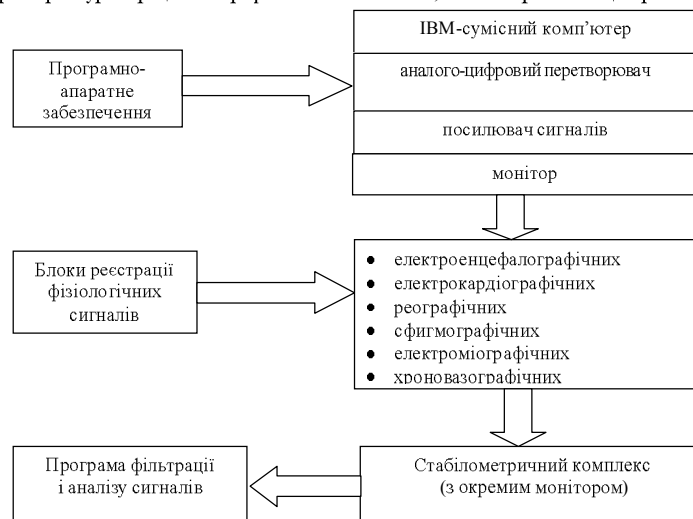


Рис. 1. Блок-схема комп'ютерного комплексу «ПОЛІГРАФ» в стандартній комплектації

Робота на усіх етапах дослідження здійснюється з використанням миші, клавіатури і екрана персонального комп'ютера. При завантаженні програмна ек-

рані монітора з'являється робоче вікно (рис. 2), у якому висвітлюється головне меню і криві змінювання часом фізіологічних сигналів, щоресструються.

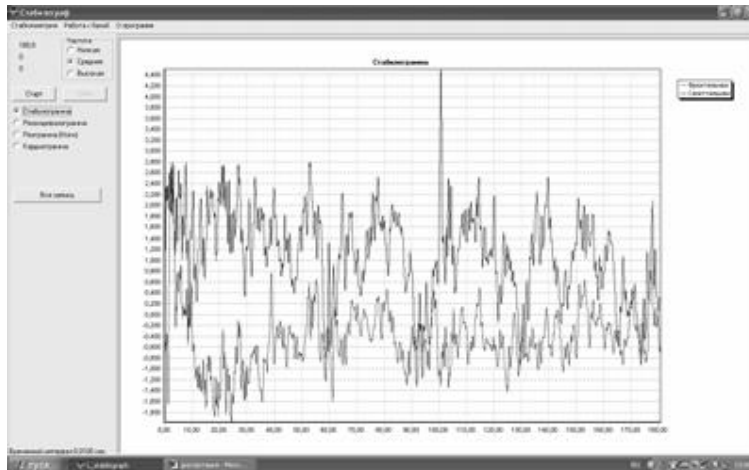


Рис. 2. Робоче вікно програми

Меню дозволяє керувати реєстрацією біосигналів і працювати з базою даних. При виконанні стабілометричних досліджень активується блок зворотного зв'язку. При цьому на екран виводиться зображення мішені з курсором у її центрі. Під час дослідження є можливість візуально оцінки якості сигналів, щоресструються. Якщо всі заплановані дослідження виконані задовільно, по закінченні реєстрації активується вікно роботи з базою даних, що вміщує протокол досліджень, у який заносяться паспортні дані обстежуваного, дата обстеження, скарги на момент дослідження, діагноз, антропометричні та деякі фізіологічні показники. Після вводу цієї інформації за допомогою миші натискають кнопку "розрахунок", запускаючи програму виконання необхідних обчислень. Результати математичного аналізу зберігаються у базі даних і легко можуть бути скопійовані використані будь-якою іншою програмою при виконанні подальшого аналізу. Ми пропонуємо подальший математичний аналіз отриманих при тестуванні показників виконувати в пакетах статистичного аналізу MedStat і нейромережевого аналізу BioStatNeuro [4,5]. Пакети MedStat і BioStatNeuro прості при освоєнні, дозволяють легко обмінюватись даними між собою та найбільш поширеними офісними програмами (Word, Excel). Екранний довідник вміщує докладне описання прикладів аналізу результатів дослідження. Навчання роботи з пакетом і виконання статистичних процедур забезпечується наявністю великої кількості

прикладів з докладним вирішенням трактовкою отриманих результатів. Пакет MedStat вклучає три основних блоки: попереднє планування експерименту, аналіз кількісних і якісних даних. На стадії планування експерименту виконується розрахунок об'єму вибірки при порівнюванні двох середніх або двох

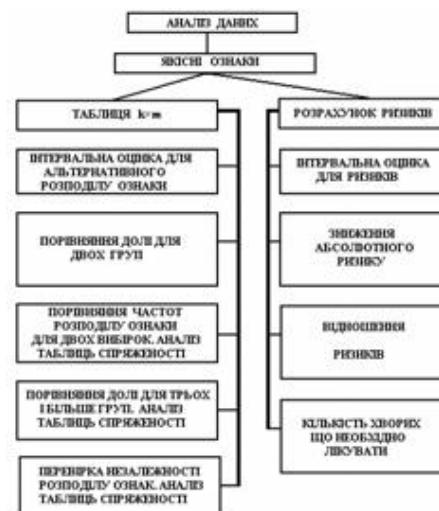


Рис. 3. Блок аналізу якісних даних статистичного пакету MedStat

частот [4]. Аналіз кількісних ознак включає перевірку закону розподілу на нормальність і застосування параметричних і непараметричних тестів. Блок аналізу якісних даних представлений на рис. 3.

Вибір процедури аналізу і критеріїв перевірки статистичних гіпотез, що використовуються в пакеті, відповідає міжнародним стандартам GSP та ICH і відповідає вимогам доказової медицини. Пакет MedStat утримує ряд дуже важливих і принципових для аналізу біомедичної інформації статистичних про-

цедур, які відсутні у багатьох відомих і доступних пакетах. Слід також вказати на авторську модифікацію процедури множинних порівнянь для якісних ознак (процедура МЛП) [4,6], що дозволяє проводити множинні порівняння часток (долей) у випадку альтернативного розподілення ознак (таблиця 2гм) для вибірок свавільного об'єму (навіть у випадках, коли частки для кожної групи близькі до 0 або 1).

Структура пакету BioStatNeuro представлена на рисунку 4.

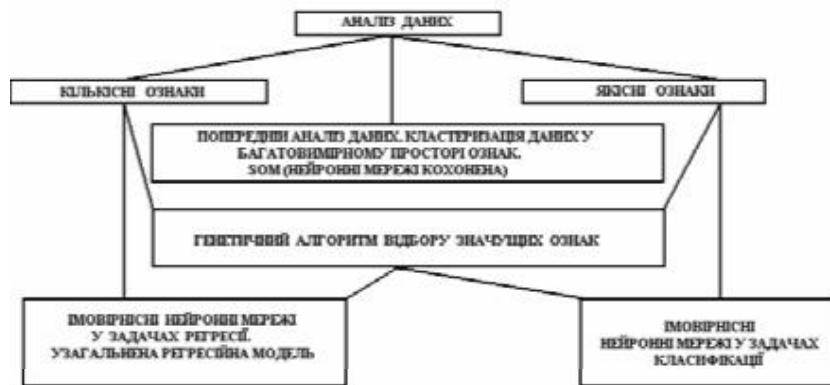


Рис. 4. Структура пакету аналізу даних BioStatNeuro

Пакет BioStatNeuro дозволяє користувачу проводити кластерний аналіз представлених даних шляхом побудови карт Кохонена, що організуються самостійно, створити нейронні мережі моделі класифікації на основі байєсівського підходу, оптимізувати нейронні мережі моделі за кількома критеріями, робити відбір найбільш значущих змінних з використанням методів

генетичного відбору, отримувати статистику роботи моделі і результатів прогнозування.

**Висновки.** Розроблений програмно-апаратний комплекс може бути застосований у біомедичних дослідженнях при вивченні механізмів функціонування різних систем організму, в діагностиці і прогнозуванні станів людини, а також в клінічній практиці.

#### Література

1. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – Москва, 1975. - 407с.
2. Бернштейн Н.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. – Москва, Медицина, 1966. - 156с.
3. Кулаичев А.П. Компьютерный контроль процессов и анализ сигналов. – Москва, 1999. – 291 с.
4. Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г., Хоменко В.Н., Панченко О.А. Основы компьютерной . . . . . Анализ информации в биологии, медицине и фармации статистическим пакетом MedStat. – Д.: Папакиша Е.К., 2006. – 214с.
5. Лях Ю.Е., Гурьянов В.Г. Анализ результатов медико-биологических исследований и клинических испытаний в специализированном статистическом пакете MEDSTAT //

- Вестник гигиены и эпидемиологии. – 2004. – Т. 8, №1. – С. 155-167.
6. Bland M. An introduction to medical statistics. New York. Oxford University Press. Third edition. 2003. – 405p.
7. Milliken G. W., Ferra G., Kraiter K. S., Ross C.L. Reach and Posture Hand Preferences During Arboreal Feeding in Sifakas (*Propithecus* sp.): A Test of the Postural Origins Theory of Behavioral Lateralization // J. Comp. Psychol. – 2005. – 119(4) – P.430.
8. Preuss R.A., Grenier S.G., McGill S.M. Postural control of the lumbar spine in unstable sitting. // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 2005. – 86(12). – P.15.