

микроскопы // *Материалы, технологии, инструменты.* — 1997. — № 3. — С. 78—89. 33. Суслов А. А., Чикунов В. В., Шашолко Д. И., Чижик С. А. Атомно-силовой микроскоп NT-206: Новые возможности // *Методологические аспекты сканирующей зондовой микроскопии. VI Международный семинар. Сборник докладов. Минск, 12–15 октября 2004 г.* — Минск: Ин-т тепло- и массообмена им. А.В Лыкова НАН Беларуси, 2004. — С. 123–130. 34. Канашиевич Г.В. Применение АСМ в

исследовании поверхностей и функциональных слоев в оптических материалах, полученных методом электронной микрообработки // *Там же* — С. 42–44. 35. Ковшов С. Б., Купко В. С., Лукин И. В. Проблемы метрологического обеспечения сканирующей зондовой микроскопии в нанотехнологиях // *Український метрологічний журнал.* — 2005. — № 2. — С. 35–41. 36. Тодуа П. А. Метрологія в нанотехнології // *Российские нанотехнологии.* — 2007. — № 1-2. — Том 2. — С. 61-69.

## ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ СІТКІВКИ ОКА

© Ткачук Роман, Янець Віталій, 2008

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

*Розглянуто особливі підходи побудови електронної апаратури при дослідженнях біопотенціалів в ранній діагностиці захворювань ока і зорового аналізатора.*

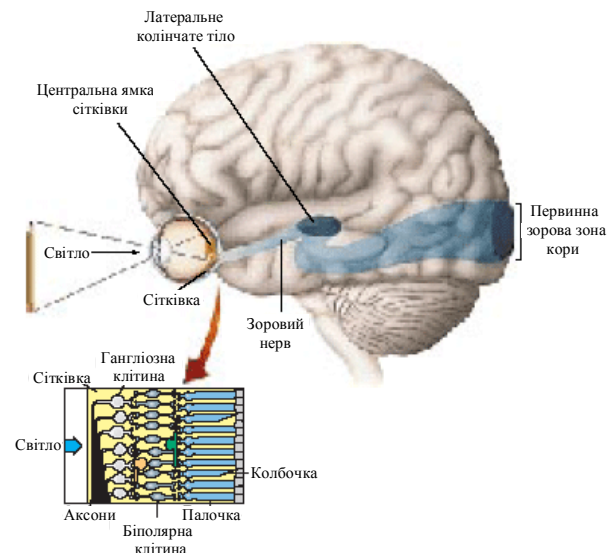
*Рассмотрено особенные подходы к построению электронной аппаратуры при исследовании биопотенциалов в ранней диагностике заболеваний глаза и зрительного анализатора.*

*Methods of researcher evoked potentials in diagnostics of early eye disease and visual analyzer are represented in the article.*

Для ранньої діагностики захворювань сітківки ока та зорового аналізатора лікарі передових країн почали широко використовувати методи електроретинографії, які ґрунтуються на аналізі електроретинограми (ЕРГ), що являє собою графічне вираження електричної реакції множини клітинних елементів сітківки ока на зовнішнє подразнення.

ЕРГ реєструють, вимірюючи сумарний електричний потенціал сітківки ока в екіпотенціальних поверхнях відносно референтної точки на лобі. Викликані електричні потенціали, які виникають у вигляді реакції на світловий стимул (спалахи світла різної довжини хвилі, інтенсивності, частоти повторення та локалізації зони подразнення) запам'ятовуються, аналізуються. Результати відображаються на моніторі ПЕОМ.

**Методи дослідження.** Основоположником клінічної електрофізіології органів зору є шведський вчений-офтальмолог Кагре, який для досліджень використовував оригінальні контактні лінзи американського фізіолога Riggs [1, 6].



Порівняння електричних і світлових подразників ока досліджував О.П. Марков, який виявив, що латентний період (час від подавання стимулу до появи реакції) для електричного подразнення на 50 — 80 мс коротший, ніж для світлового. Світловий стимул подразнює на 50 – 100 мс раніше від електричного, щоб реакція від обох подразнень реєструвалися

одночасно. Це пояснює, чому електричний стимул безпосередньо подразнює закінчення нерва, а світловий стимул діє через фотохімічні процеси в рецепторах сітківки, на що витрачається певний час.

Найважливішою складовою частиною зорового аналізатора є сітківка. Відомо, що вона містить близько 125 млн. світлочутливих клітин (паличок і колбочок), які призначені для того, щоб у відповідь на світлові подразнення генерувати електричні сигнали (див. рисунок). Із сітківки утворений потенціал через зоровий нерв передається в спеціалізоване скупчення клітин – латеральне колінчасте тіло. Далі він надходить до області кори, розміщеної на тильній частині мозку, де відбувається аналіз сприйнятої зорової інформації [5, 6].

Роботи з широкого використання електроретинографічних досліджень у СНД стали можливими після впровадження нових лікарських методик на базі Московського НДІ імені Гельмгольца та розроблення спеціальних пристроїв для відбору біопотенціалів ока, які реєструються під час світлового подразнення.

Застосування електрофізіологічних досліджень ока, якщо невідомі причини порушення зору, виявлені тестами Ландольфа чи таблицями Сивцева, забезпечують точніший діагноз вже при ранній діагностиці захворювань. Особливо це стосується результатів обстеження після травми ока чи виявлених проблем погіршення зору на фоні стресу чи в темноті, коли проявляються дефекти поля зору без встановлених причин.

Виконання експертизи професійної придатності пацієнта в умовах підвищеного емоційного навантаження може якісно забезпечити запропонований точний об'єктивний електрофізіологічний метод. Відбір працівників для роботи в екстремальних ситуаціях, людей, що не володіють знаннями мови, де погіршене спілкування через дефекти мовлення, коли їхнє обстеження іншими методами не є ефективне. Треба звернути увагу на медико-правові аспекти проблеми у разі, коли пацієнт позбавлений можливості спотворювати результати досліджень в умовах об'єктивного електрофізіологічного дослідження, а також при штучній симуляції хвороби.

Недоліком неавтоматизованих систем є постійне спостереження оператора за реакцією пацієнта та сигналами, які надходять на вхід АЦП і за процесом їхнього оброблення, що хоч дає змогу вносити корективи при їхній реєстрації, але ці результати можуть мати суб'єктивний характер і погіршену точність.

Всі відомі прилади [4] забезпечують вимірювання амплітуди й латентності основних піків ЕРГ за допомогою переміщення візира і встановлення на них спеціальних маркерів. У деяких системах передбачено спеціалізовані програми, які автоматизують вказані вимірювання тільки в типових випадках.

Недоліком застосованої апаратури для реєстрації електроретинограми ока є складність освоєння методики роботи лікарем-оператором, недостатня кількість інформації для прийняття рішень, відсутність автоматизованого відбору та оброблення інформативних параметрів, помилки під час діагностування, неможливість зміни інтенсивності світлового подразнення, а також зміни локального засвічування певних ділянок сітківки для забезпечення більшої точності вимірювань.

Моделювання механізму утворення електроретинограми ока (ЕРГ) з певними припущеннями необхідно розглядати як лінійну систему [3, 4].

Якщо на лінійну систему діють випадкові подразнення, які виникають у випадкові моменти часу, тоді  $j(t, t)$  – імпульсна перехідна функція зорової системи, інакше відгук нестационарної системи в момент часу  $t$  на одиничний імпульс, що потрапив на сітківку ока в момент часу  $t$ , тому ЕРГ може бути описана за допомогою випадкового процесу:

$$x(t) = \sum_{k:t_k < t} a_k j(t_k, t), \quad (1)$$

де  $\{..t_{-1} < t_0 < t_1 \dots < t\}$  – моменти виникнення елементарних імпульсів;  $a_k$  – випадкові величини, що характеризують інтенсивність імпульсів.

В загальному випадку імпульсна реакція залежить не тільки від змінних часу  $t$  і  $t$ , але і від просторових координат. З урахуванням сказаного уточнену модель ЕРГ можна досліджувати у вигляді лінійного випадкового поля

$$x(t, \bar{r}) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{R_3} j(t, t, \bar{s}, \bar{r}) d_t d_{\bar{s}} h(t, \bar{s}), \quad \bar{r} \in Q, t \in T, \quad (2)$$

де  $t, t$  – змінні часові параметри;  $\bar{s}$  – точка у просторі  $R_3$ , де розміщений вхід системи;  $\bar{r}$  – точка розміщення виходу системи, тобто просторові

координати, де спостерігається ЕРГ;  $j(t, \bar{s}, \bar{r})$  – імпульсна просторово-часова реакція лінійної системи;  $h(t, \bar{s})$  – неоднорідне (чи однорідне) поле з незалежними приростами як за часом, так і за простором, що характеризує інтенсивність вхідного сигналу.

Особливості створення апаратури з автоматизованим обробленням з метою забезпечення оперативної реєстрації електрорео- та електроретинограм та достовірної оцінки отриманої інформації з підвищеною точністю інтерпретації результатів істотно покращить дослідження патологічних процесів у пацієнтів. Підтвердження офтальмологічних і неврологічних захворювань за допомогою сучасної електрофізіологічної діагностики може бути надзвичайно корисним на етапі раннього прогнозування таких хвороб, як: внутрішньоочна гіпертензія, глаукома; металоз (сідероз) ока; спадкова дегенерація сітківки ока; відшарування сітківки при помутнінні середовища ока; більшість запальних процесів; ішемія сітківки, викликана діабетичною ангіоретинопатією, оклюзією вен та артерій; атрофія зорових нервів різного генезу; ендофтальміти; розсіяний склероз.

**Висновок.** Запропонована модель процесу та використання сучасних методів оброблення інформації

дають змогу виявити особливості побудови високочастотних швидкодіючих систем реєстрації і оброблення отриманої інформації для ранньої діагностики захворювань ока і зорового аналізатора методами ретинографії та реографії.

1. Богословский А.И., Жданов В.К. Основные принципы клинической офтальмологической системы. – М.: Московский НИИ глазных болезней им. Гельмгольца, 1976. – Вып. 22. – С.22–36. 2. Данько С.Г., Каминский Ю.Л. Система технических средств нейрофизиологических исследований человека. – Л.: Наука, 1982. – 133 с. 3. Марченко Б.Г., Щербак Л.Н. Линейные случайные процессы и их приложения. – К.: Наукова думка, 1975. 4. Мацюк О.В., Ткачук Р.А. Информационно-вимірювальна система для діагностики захворювань зорового аналізатора // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 2004. – №1. – С.127–131. 5. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И. Основы биохимии: Пер. с англ.; Под ред. Л.М. Гинодмана – М.: Мир, 1981. 6. Шпак А.А. Исследования зрительных вызванных потенциалов в офтальмологии и офтальмохирургии. – М.: МНТК “Микрохирургия глаза”, 1993. – 191 с.

УДК 621.311.25.001.57

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА “ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ АЭС”

© Гуцина Марина, Кравцова Светлана, 2008

Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности,  
ул. Курчатова, 7, Севастополь, Украина

*Розглянуто способи побудови математичної моделі процесу ІСМЯ АЕС.*

*Рассмотрены пути построения математической модели процесса ИСМЯ АЭС.*

*The mathematical model of process of the IQMS of NPP is designed in this work.*

**Постановка проблеми.** Создание интегрированных систем менеджмента качества является сложной задачей для любого предприятия. Решение задачи такого уровня связано с определенными проблемами. В этом случае к ним можно отнести излишнюю формализацию процессов и их привязку к существующим структурным подразделениям. При этом теряется основной смысл процессно-ориенти-

рованного подхода, а структурно-процессное управление сводится к известному структурному. Снижается ответственность за конечные результаты деятельности предприятия, дискредитируется сама идея внедрения систем менеджмента качества, так как в этом случае, кроме увеличения количества документов, на предприятии больше ничего не происходит. Таким образом, приоритетным является проектирование на