МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

 Балюк Олег Олегович

 УДК 53.05: 617.735

Метод та засоби для низькоінтенсивної електроретинографії при виявленні нейроінтоксикації людини.

163 БІОМЕДИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор, професор кафедри

 біотехнічних систем Ткачук Роман Андрійович

 Тернопільський національний технічний університет

 імені Івана Пулюя.

 Рецензент: кандидат технічних наук, доцент кафедри РТ

 Дедів Ірина Юріївна

 Тернопільський національний технічний університет

 імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 27 грудня 2018 р. о 10.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28ч, навчальний корпус №9, ауд. 507

 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

 Актуальність теми роботи. Одним з найважливіших систем відчуттів є зорова система людини, зокрема сітківка ока, яка служить для сприйняття подразнення та передачі зображення в зорові центри. Дослідження зору є предметом вивчення багатьох наукових дисциплін: фізіологія і психологія, молекулярна і мембранна біологія, офтальмологія. Одна із важливих задач офтальмології — оперативна діагностика захворювань хвороб ока [6].

Виявлено, що низькоінтенсивна електроретинографія дозволяє проводити дослідження нейротоксикації людини з підозрою початкової стадії відхилення фізіологічного стану людини від норми. Для діагностики функціонального стану зорової системи служать методики, побудовані на основі аналізу електроретинографічного сигналу (ЕРС)  — зареєстрованого сумарного електропотенціального відгуку клітин сітківки ока на змінне зовнішнє світлове подразнення в діапазоні 0,01-30 Кд.сек/м2 [6].

До сьогодні в устарівших системах ЕРС, застосовують модель у рамках фізико-хімічної моделі, яка зображена у вигляді суми кількох компонент, які породжуються різними групами нейронів [8, 9, 21]. Згідно даної моделі, кожна компонента представлена одним екстремумом. Вимірювання вказаних діагностичних ознак здійснюється вручну і супроводжується значними похибками. Модель детермінована і про точність її наступного відтворення, як правило, мова не йтиме.

Тому створення удосконаленої моделі електроретинографічного сигналу, яка би забезпечувала параметричну ідентифікацію з точним відтворенням оброблених даних є актуальною задачею.

Мета і задачі дослідження.

Метою є дослідження електроретинографічного сигналу та його відтворення методом імітаційного моделювання та його оцінювання.

Досягнення поставленої мети вимагає розв’язання таких задач:

- провести аналіз методу та засобів електроретинографії для підвищення достовірності отриманих результатів при зниженні рівня світлового подразнення нижче стандартного;

– провести огляд відомих методів імітаційного моделювання електроретинографічного сигналу для вибору напрямку наукового дослідження;

– побудувати удосконалену математичну модель електроретинографічного сигналу;

– провести імітаційне моделювання електроретинографічного сигналу на основі побудованої математичної моделі;

– забезпечити оцінювання точності ЕРГ-сигналу шляхом імітаційного моделювання;

– розробити програмне забезпечення для імітаційного моделювання електроретинографічного сигналу.

Методи дослідження. Цифрове опрацювання сигналів, математична статистика, імітаційне та математичне моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше створено імітаційну модель електроретинографічного сигналу, яка дає можливість моделювати сигнали отримані при низькій інтенсивності для патологій і норми із високою достовірністю відтворення.

Практичне значення одержаних результатів.

Результати роботи можуть бути використані при тестуванні алгоритмів роботи нових та удосконалених електроретинографічних систем.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

 У вступі обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету

і задачі дослідження, визначено об’єкт, предмет і методи дослідження,

показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі розглянуто механізми виникнення електричних біопотенціалів сітківки ока при зміні інтенсивності світлового подразнення, детально описано електрофізіологічний метод дослідження, наведено протокол та вигляд стандартного електроретинографічного сигналу, а також наведено основні параметри та їх значення в клінічний практиці.

У другому розділі проведено аналіз математичних моделей із яких встановлено, що відомі моделі не можуть забезпечити необхідну достовірність для низької інтенсивності подразнення з точним відтворенням реальних результатів. Тому створення нових моделей електроретинографічних сигналів у вигляді різницевого рівняння 2-го порядку з налаштуванням рекурсивно-адаптивного фільтра Калмана, які дали можливість забезпечити параметричну ідентифікацію з достовірним відтворенням даних, що є актуальною задачею.

У третьому розділі. В розділі приведено структурну схему системи для реєстрації стандартних електроретинографічних сигналів та з низькою інтенсивністю подразнення. Розкрито суть та удосконалення комп’ютерного імітаційного моделювання електроретинографічного сигналу, а саме застосовано дискретне перетворення Фур’є для моделювання сигналів різного типу та тестування алгоритмів його опрацювання.

У четвертому розділі. Розроблено блок-схему імітаційного моделювання електроретинографічного сигналу. На базі програмного аналізу встановлено, що запропонований метод дає змогу імітувати електроретинографічний сигнал із високою точністю відтворення реальних сигналів, що є необхідною умовою для задачі імітаційного моделювання.

За допомогою програмного забезпечення Matlab створено програму для імітування електроретинографічних сигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна генерувати ЕРС.

У п’ятому розділі було розглянута актуальна задача метрологічної повірки медико-біологічного обладнання – електростимулятора світлового подразнення, а також програмне забезпечення MATLAB для розв’язування цієї задачі.

У шостому розділі. У розділі на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 49391,1 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі. Охорона праці включає в себе такі розділи як: законодавчі акти (нормативно-правова, нормативно-технічна база) та управління охороною праці,[організація](http://ua-referat.com/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) охорони праці; виробнича санітарія; [пожежна безпека](http://ua-referat.com/%D0%9F%D0%BE%D0%B6%D0%B5%D0%B6%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0) та [промислова екологія](http://ua-referat.com/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F).

Техніка безпеки і "Охорона праці", передбачає технічні та організаційні заходи, що забезпечують безпечну працю на підприємстві. Порушення правил техніки безпеки і виробничих інструкцій обслуговуючим персоналом можуть бути причиною травм і професійних захворювань.

У восьмому розділі. Електроретинографічна система для дослідження зорової системи в процесі його виробництва, експлуатації, переробки та утилізації не перевищує допустимий рівень шкідливого впливу на навколишнє середовище і повністю відповідає вимогам державних стандартів. Цей висновок говорить про безпеку та екологічність проектованого приладу.

У додатках до дипломної роботи наведено лістинги у пакеті прикладних програм.

 Висновки

У кваліфікаційній роботі магістра розв’язано актуальну наукову задачу електроретинографії з підвищенням достовірності отриманих результатів при зниженні рівня світлового подразнення нижче стандартного діапазону та розроблення методу комп’ютерного імітаційного моделювання електроретинографічного сигналу для тестування алгоритмів при його опрацюванні.

 Дослідження нейротоксикації електроретинографічним методом з підозрою початкової стадії відхилення фізіологічного стану людини від норми доцільно виконувати з низьким рівнем подразнення. Тоді шум (відбору, вимірювання тощо) та величину відхилення від норми функціональної реакції людини можна вважати незалежними від неї та адитивними, а роздільна здатність виміряного відхилення значно зростає (за законом Вебера-Фехнера). Оскільки при цьому значно зменшується відношення потужності електроретиносигналу до потужності шуму, то необхідна оптимальна його фільтрація з врахуванням наявності артефактів при реакції людини. Для виявлення нестаціонарності цієї реакції фільтр повинен бути зі змінними параметрами. Для цього необхідне представлення електроретиносигналу у вигляді різницевого рівняння 2-го порядку та застосування фільтру Калмана. Для визначення інформативності електроретинографічної системи при проведенні активних досліджень та контролю коректності й ефективності її застосування при низьких рівнях тестового світлового подразнення адекватним є використання статистичної теорії вибору рішення (як перевірки гіпотез) за критерієм Неймана -\_Пірсона, що водночас надає можливості визначення імовірності достовірності результатів дослідження при заданій імовірності помилкового вибору.

Література

1. Ткачук Р.А. Оптимізація ретинографічної системи для виявлення прихованого біологічного впливу на організм людини / Р.А. Ткачук // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2009. – № 2. – С. 145-152.

 2. Яворський Б.І. Метод побудови біотехнічної системи для оцінювання електроретинограм з підвищеною вірогідністю та ефективністю / Б.І. Яворський, Р.А. Ткачук // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – 2009. – № 3. – С. 102-110.

3. B.I. Yavorskyy. ERG System for Neurotoxity Risk Assessment / R.A. Тkachuk, B.I. Yavorskyy // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та комп’ютерної інженерії: Х-а ЮМНТК, матеріали – м.Львів- Славсько. 23-27.02.2010р. – С.12.

4. Яворський Б.І. Метод побудови електроретинографічної системи для виявлення інтоксикації організму/ Б.І. Яворський, Р.А. Ткачук // Фізичні процеси та поля технічних і біологічних об’єктів: ХІІІ-а ВНТК, матеріали – м.Кременчук. 06-08.10.2009р. – С.182-183.

5. Ткачук Р.А. Оцінювання інформативності електроретинографічних систем / Р. А. Ткачук // Вісник ТДТУ. – 2011. – Т16. – № 3. – С. 203 – 209.

6. Голубцов П.В. Информативность в категории линейных измерительных систем // Проблемы передачи информации. – 1992. – Вып. 2. – Том 28. – С. 30-46.

7. Драган Я.П. Структура и представление моделей стохастических сигналов. – Киев: Наук думка, 1980. – 384 с.

8. Dragan Ya. Shannon’s measure of information and signal theory / Dragan Ya., Sikora L., Yavors’kyi B // Современные методы цифровой обработки сигналов в системах измерения, контроля, диагностики и управления. – Минск: БГУ, 1999. – С. 102-110.

9. Lennart Ljung System Identification Toolbox™ Getting Started Guide The MathWorks, Inc.

АНОТАЦІЯ

 Балюк Олег Олегович. Метод та засоби для низькоінтенсивної електроретинографії при виявленні нейроінтоксикації людини.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 – біомедична інженерія, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

У кваліфікаційній роботі магістра розв’язано актуальну наукову задачу електроретинографії - підвищення достовірності отриманих результатів при зниженні рівня світлового подразнення нижче стандартного діапазону та розроблення методу комп’ютерного імітаційного моделювання електроретинографічного сигналу для тестування алгоритмів їх опрацювання.

Дослідження нейротоксикації електроретинографічним методом з підозрою початкової стадії відхилення фізіологічного стану людини від норми доцільно виконувати з рівнем подразнення нижче стандартного.

Розроблено програмне забезпечення в середовищі Matlab для імітування електроретинографічних сигналів із графічним інтерфейсом користувача, за допомогою якого можна генерувати необхідний тип сигналу (для норми чи патології).

Ключові слова: Електроретинографічний сигнал, імітаційне моделювання, математична модель, персональний комп’ютер.

Annotation

Balyuk Oleg Olehovych. Method and means for low-intensity electroretinography in the detection of human neurotoxinction.

Diploma work of master's degree after speciality 163- biomedical engineering, Ternopil national technical universities of the name of Ivan Pulyy, Ternopil, 2018.

 In the qualification work of the master the actual scientific problem of electroretinography was solved - increasing the reliability of the obtained results in reducing the level of light irritation below the standard range and developing a computer simulation simulation method of electroretinraphic signal for testing algorithms for their processing.

 The study of neurotoxication by electroretinraphic method with the suspicion of an initial stage of deviation of a physiological state of a person from the norm should be performed with an irritation level below the standard.

Software developed in the Matlab environment for simulating electroretinraphic signals with a graphical user interface, which allows you to generate the required type of signal (for norm or pathology).

 Keywords: Electroretinographic signal, imitation design, mathematical model, personal computer.