

Заключение

Установлено, что низкоинтенсивное лазерное излучение красного спектрального диапазона (635 нм), действующее чрезкожно в области локтевого сгиба, способствует снижению уровня глюкозы в сыворотке крови здоровых лиц. Разработанная авторами методика может явиться дополнительным мероприятием по улучшению метаболизма у больных сахарным диабетом 2 типа. Ближний (785 нм) и дальний (960 нм) диапазоны инфракрасного лазерного излучения не оказали существенного влияния на уровень глюкозы.

INFLUENCE OF LOW-INTENSITY LASER IRRADIATION ON THE GLUCOSE LEVEL IN BLOOD OF HEALTHY SUBJECTS

A.N. BATYAN., T.I. ZHITKEVICH, M.M. ASIMOV

Abstract

Investigation of glucose level in blood of healthy subjects in the applications of low-intensity laser irradiation (LILI) of different wave-lengths has been conducted in the research work.

Keywords: low-intensity laser radiation, a red spectral range, the infrared spectral range.

Список литературы

1. Мостовников В.А., Мостовникова Г.А., Павловский В.Ю. и др. Матер. Всесоюз. симпоз. «Низкоинтенсивные лазеры в медицине». Ч. 1. Обнинск, 1991. С. 67–70.
2. Мостовников В.А., Мостовникова Г.А. и др. Влияние лазерного излучения на кровь. Киев, 1989. С. 193–195.
3. Мельникова Н.А. Влияние ультрафиолетового и лазерного излучений на структуру и функции мембран форменных элементов крови: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Саранск, 1994.
4. Витрецак Т.В., Михайлов В.В., Пирадов М.А. и др. // Бюлл. эксперим. биологии и медицины. 2003. № 5. С. 508–511.
5. Нечипуренко Н.И., Пашиковская И.Д., Степанова Ю.И. и др. // Медицинские новости. 2008. № 12. С. 17–21.
6. Владимиров Ю.А., Клебанов Г.И., Борисенко Г.Г. и др. // Биофизика. 2004. Т. 49, № 2. С. 339–350.
7. Орел Н.М., Соколовский Д.Ю. Матер. Междунар.науч. конф. «Фундаментальные и прикладные аспекты воспаления». Минск, 2011. С. 164–168.
8. Орел Н.М., Лисенкова А.М., Железнякова Т.А. и др. // Вестник БГУ. Сер. физика. 2014. № 2. С. 33–39.
9. Картусова Л.Н. Влияние излучения гелий-неонового лазера на физико-химические свойства крови: автореф. дис. ...канд. биол. наук. Москва, 1996.
10. Бородинский В.А., Бородинский А.Н., Коноваленко О.В. и др. // Здоровоохранение. 1999. № 2. С. 16–17.
11. Сердюченко Н.С., Беспальчук П.И., Чумаков В.Н. и др. // Сб. «Актуальные проблемы охраны здоровья, окружающей среды и подготовки кадров для профилактического здравоохранения Республики Беларусь». Ч. 2. 2004. С. 365–369.
12. Баграмов Р.И., Александров М.Т., Сергеев Ю.Н. Мир биологии и медицины. Лазеры в стоматологии, челюстно-лицевой и реконструктивно-пластической хирургии. М., 2010.

УДК 004.5

НЕЙРОИНТЕРФЕЙС: ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ

А.В. СИДОРЕНКО

*Белорусский государственный университет
пр. Независимости, 4, Минск, 220030, Беларусь*

Поступила в редакцию 17 ноября 2016

Рассмотрены принципы действия нейрокомпьютерного интерфейса. Предложены элементы его реализации на основе сверхширокополосных приемопередающих устройств типа

ППС-40А. Описаны результаты эксперимента при передаче тестового сигнала в виде электроэнцефалограммы.

Ключевые слова: нейрокомпьютерный интерфейс, приемопередающие устройства, тестовый сигнал.

Введение

Развитие информационных технологий приводит к появлению новых методов взаимодействия человека и компьютера. Разработка программного обеспечения и создание новых устройств, предназначенных для такого взаимодействия, увеличивает его безопасность и доступность, способствует поддержке людей с ограниченными возможностями, развивает различные сферы научной и производственной деятельности, повышает качество жизни и образования. Нейрокомпьютерный интерфейс представляет собой систему, в которой электрическая активность мозга измеряется и преобразуется в управляющий сигнал для использования при решении задач коммуникации и контроля. К возможным областям применения относятся: компьютерные приложения, включая телекоммуникационные; выбор музыкальных произведений; компьютерные игры; нейрореабилитация; протезирование; управление «умным домом».

Принцип действия нейрокомпьютерного интерфейса

Нейрокомпьютерный интерфейс обеспечивает прямое взаимодействие между мозгом человека и компьютером. Алгоритм работы нейрокомпьютерного интерфейса включает следующие этапы: регистрация сигнала, обработка сигнала, манипулирование данными (рис. 1).

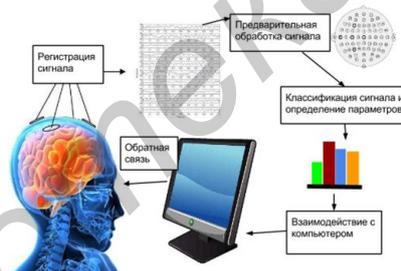


Рис. 1. Структура функционирования нейрокомпьютерного интерфейса

Этап обработки данных состоит из предварительной обработки, определения параметров сигнала, их классификации. Этап манипулирования данными включает взаимодействие с компьютером и обратную связь. При регистрации активности головного мозга используют различные способы, включая: магнитоэнцефалографию, позитронно-эмиссионную томографию, электрокортикографию, магнито-резонансную томографию, инфракрасную спектроскопию, электроэнцефалографию (рис. 2).

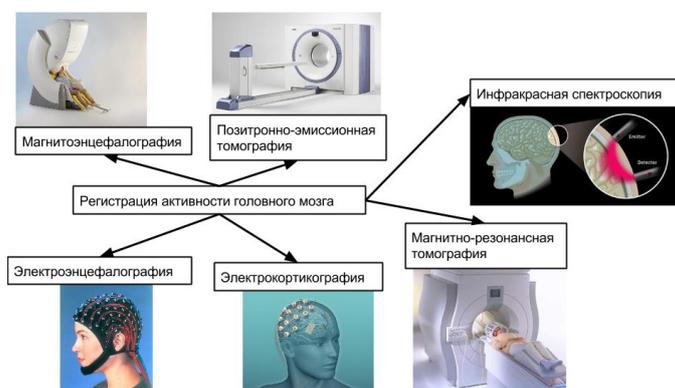


Рис. 2. Способы регистрации активности головного мозга

Наиболее распространенным способом является электроэнцефалография, при которой регистрация электроэнцефалограмм, как правило, проводится с использованием международной схемы «10/20», согласно принятым отведениям. Преимущества способа заключаются в неинвазивности измерения потенциалов. Предварительная обработка сигнала заключается в проведении фильтрации анализируемого сигнала. Она предусматривает проведение пространственной и частотной фильтрации, которые используются для исключения помех, что является важным из-за малого уровня используемых в нейроинтерфейсе сигналов. Для частотной фильтрации могут быть использованы следующие фильтры: фильтр Баттерворта, фильтр Бесселя, фильтр Чебышева, фильтр Гаусса, эллиптический фильтр. С помощью эллиптического фильтра, например, можно достигать более эффективного разделения частот, чем с помощью других линейных фильтров. К методам пространственной фильтрации относятся малый и большой фильтры Лапласа (эффективен в снижении шума, который сосредоточен в определенной области), использование средневзвешенной системы отведений (эффективен в уменьшении шумов, которые не являются общими для всех электродов). После предварительной обработки электроэнцефалограмм производится классификация сигнала и определение его параметров, на основании которых происходит отслеживание изменения состояния пользователя нейрокомпьютерного интерфейса. Определение необходимых параметров электроэнцефалограммы осуществляется с помощью программного обеспечения. Для обработки электроэнцефалограмм используются различные методы, позволяющие выделить количественные параметры сигнала. При взаимодействии с компьютером использование параметров электроэнцефалограмм, определенных в результате обработки сигнала, позволяет задать команду в ответ на полученную электроэнцефалограмму. Примером может быть ассоциирование воображаемого движения левой руки к смещению курсора влево, а воображаемого движения правой руки – к смещению курсора вправо. Введение обратной связи с пользователем позволяет улучшить управление с помощью нейрокомпьютерного интерфейса. Среди потенциальных методов обработки сигнала нами выбран метод Хигучи, позволяющий оценить нелинейную структуру анализируемого сигнала в динамике. Алгоритм вычисления фрактальной размерности временного ряда зарегистрированной электроэнцефалограммы X , содержащего N элементов, включает следующие этапы.

1. Из заданного временного ряда создаются новые временные ряды X_k^m , определяемые следующим образом

$$X_k^m \{ X(m), X(m+1), X(m+k), X(m+2k), \dots, X(m + \frac{N-m}{N}) \}, \quad (m = 1, 2, 3, \dots, k), \quad (1)$$

где k, m – целые числа, m – начальное время, k – временной интервал.

Для временного интервала, равного k , получается k наборов новых временных рядов. При $k = 3$ и $N = 100$ полученные таким образом три временные ряда имеют вид:

$$\begin{aligned} X_1^3 \{ X(1), X(4), X(7), \dots, X(97), X(100) \} \\ X_2^3 \{ X(2), X(5), X(8), \dots, X(98) \} \\ X_3^3 \{ X(3), X(6), X(9), \dots, X(99) \} \end{aligned} \quad (2)$$

2. Длина кривой X_k^m определяется следующим образом:

$$L_m(k) = \left\{ \sum_{i=1}^k |X(m+ik) - X(m+(i-1)k)| \right\} \frac{N-1}{[N-m]} \quad (3)$$

Дробь $\frac{N-1}{N-m}$ представляет собой нормированный коэффициент для длины кривой

поднабора временных рядов. Усреднение $L_m(k)$ по всем m (от 1 до k) дает $\langle L(k) \rangle$.

3. Строится график функции средней длины кривой за временной интервал $\langle L(k) \rangle$ от k в двойном логарифмическом масштабе. Если $\langle L(k) \rangle \sim k^{-D}$, тогда кривая является фракталом с размерностью D .

4. Вычисляется тангенс угла наклона графика функции $\langle L(k) \rangle$ от значения k со знаком минус при построении его в двойном логарифмическом масштабе, что и дает значение фрактальной размерности исходного временного ряда X .

Принципы реализации нейроинтерфейса

В качестве элементов нейрокомпьютерного интерфейса авторами предлагается использование сенсорной сети на основе сверхширокополосных приемопередатчиков ППС-40 А [1] для осуществления обработки, взаимодействия с компьютером и реализации обратной связи с пользователем. Приемопередающие устройства ППС-40А осуществляют передачу информации на основе прямохаотической схемы связи путем формирования хаотического сигнала в диапазоне частот от 3 до 5 ГГц и его излучения в окружающее пространство. Приемопередающее устройство предназначено для передачи и приема данных, поступающих от сенсорного узла, либо персонального компьютера, к которому приемопередатчик подключается при помощи устройства сопряжения и кабеля (возможно использование СОМ-порта). Приемопередатчик может работать как ретранслятор в составе сенсорной сети. Приемопередающее устройство, как это видно из рис. 3, включает в себя: генератор сверхширокополосных хаотических колебаний (Г), антенну (А), логарифмический приемник (ЛП), ключ (К), коммутирующий сигнал между антенной, генератором и приемником, цифровой блок (ЦБ). В работе проведен комплекс экспериментальных исследований передачи тестового сигнала в виде электроэнцефалограммы одного из отведений в беспроводной сети на основе сверхширокополосных приемопередающих устройств ППС-40А [2].

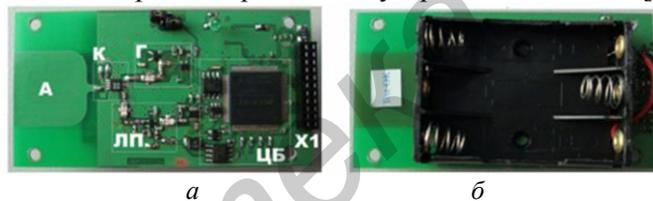


Рис. 3. Приемопередающее устройство ППС-40А: а – вид сверху, б – вид снизу

Показано, что при передаче электроэнцефалограммы ее фрактальная размерность f остается практически постоянной при изменении потерь в канале передачи от 2,4 % до 12,7 % на расстоянии в 1 м, как это видно из рис. 4.

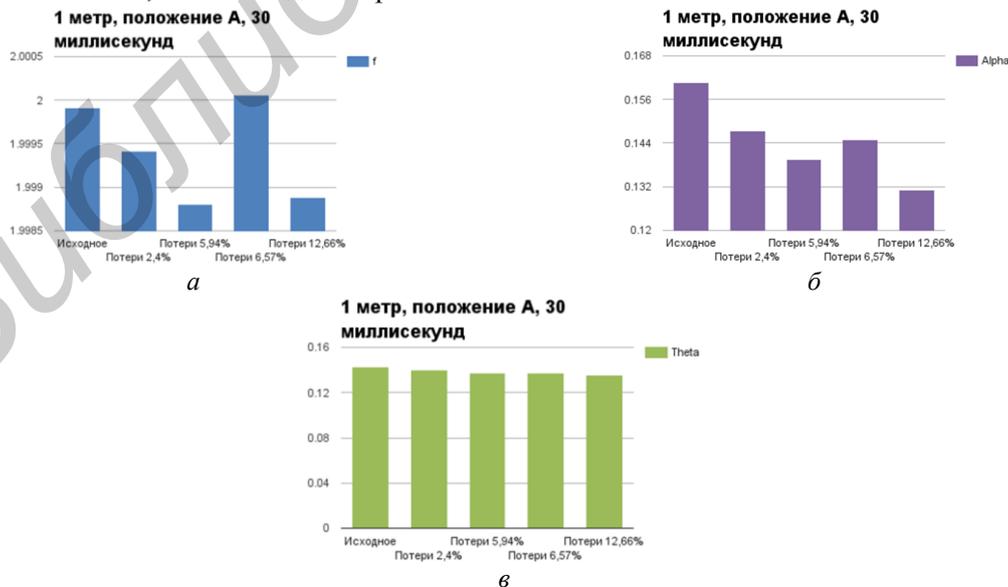


Рис. 4. Гистограмма распределения фрактальной размерности f (а), спектральной плотности мощности альфа-ритма (б), спектральной плотности мощности тета-ритма (в) электроэнцефалограммы

Гистограмма распределения спектральной плотности мощности альфа-ритма показывает, что при этом происходит снижение указанного параметра на величину от 5,8 % до 16,2 % по отношению к фону. Уровень тета-ритма уменьшается на величину от 0 до 7,2 %, как это видно из рис. 4, *а* и *б*. Пропускная способность канала передачи остается постоянной и составляет 2000 бит/с при изменении времени отправки информационных пакетов от 20 до 30 мс при передаче электроэнцефалограммы в сенсорной сети на расстоянии до 3 м.

Заключение

На основании проведенных предварительных экспериментальных исследований сенсорной сети в тестовом режиме при передаче электроэнцефалограммы показана возможность реализации элементов нейрокомпьютерного интерфейса с использованием сверхширокополосных приемопередающих устройств ППС-40А.

NEUROINTERFACE: ITS OPERATION PRINCIPLES AND REALIZATIONS

A. V. SIDORENKO

Abstract

The principles of brain computer interfaces are developed. We propose the elements of brain computer interfaces realization which are based on ultra - wideband transceiver PPS-40A. The results of experimental transmission the tested signal as electroencephalograms are proposed.

Keywords: brain-computer interface, transceiver devices, test signal.

Список литературы

1. Сидоренко А.В., Дмитриев А.С., Андреев Ю.В. // Труды Междунар. конгресса по информатике «Информационные системы и технологии». Минск, 4–7 ноября 2013. С. 174–178.
2. Сидоренко А.В., Солодуха Н.А. // Матер. Междунар. научн. конф. «Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем». Минск, 17–20 июня 2014. С. 35–37.

УДК 004.942, 616-005.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРОВОТОКА (СКОРОСТИ И ДАВЛЕНИЯ) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСУДА

Д.А. БАЛЮК, И.Ю. БАЗИК, Е.Д. ВИТКОВСКИЙ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь*

Поступила в редакцию 17 ноября 2016

Рассмотрены основные патологии сонной артерии человека. Приведены результаты имитационного моделирования кровотока человека при различных патологиях сосудистого русла сонной артерии методом конечных элементов в программном комплексе FlowVision.

Ключевые слова: сонная артерия, патологическая извитость, моделирование гемодинамических явлений, метод конечных элементов.