

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧЕРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра динамического моделирования и биомедицинской инженерии  
наименование кафедры

**Метод автоматического распознавания абсансных разрядов по записям  
электроэнцефалограмм с помощью индексов нелинейности**

**АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ**

Студента 2 курса 206 группы

направления 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»  
код и наименование направления

факультета нано- и биомедицинских технологий  
наименование факультета

Шамова Сергея Александровича  
фамилия, имя, отчество

Научный руководитель  
доцент, к.ф.-м.н  
должность, уч.степень, уч.звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

И.В.Сысоев  
инициалы, фамилия

Научный консультант  
ассистент к.ф.-м.н  
должность, уч.степень, уч.звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

М.В.Сысоева  
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н., доцент  
должность, уч.степень, уч.звание

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Е.П. Селезнев  
инициалы, фамилия

Саратов 2016 г.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы.**

Абсансная эпилепсия является неконвульсивной генерализованной эпилепсией неизвестной этиологии. Клинически абсансные разряды проявляются как внезапное короткое ухудшение сознания (абсансы), когда нормальная активность прерывается, быстрота реагирования уменьшается и мыслительное функционирование подавляется.

Абсансной эпилепсией чаще всего страдают дети. У детей частота заболевания составляет 5–7,5 случаев на 1000 населения. Поэтому абсансная эпилепсия является одной из актуальнейших проблем педиатрической неврологии. Исследование эпилепсии на крысах актуально тем, что патогенетические механизмы эпилепсии сходны как у человека, так и у животных.

### **Цель работы.**

Реализация метода автоматического детектирования абсансных эпилептических разрядов с помощью индексов нелинейности.

### **Актуальность работы.**

В настоящее время для исследования временных рядов электроэнцефалограммам крыс нужно проводить некоторые подготовительные действия: выделить из записи моменты начала и конца эпилептического разряда. Для этого запись электроэнцефалограммы просматривается специалистом от начала до конца с экрана компьютера, во время чего эти моменты записываются в отдельный текстовый файл. Такой способ является сложным и долгим, во-первых, из-за длины записи, а во-вторых, из-за сложности самого сигнала. Даже хорошо снятый и отфильтрованный сигнал ЭЭГ такой крысы содержит в себе сложные участки, которые не просто выделить как разряд или как обычное активное состояние участка мозга. В связи с этим, в работе был предложен метод автоматической разметки таких сигналов, выделяя моменты начала и конца

разряда с помощью индексов нелинейности. Метод автоматической разметки разрядов позволит ускорить и облегчить анализ сигналов электроэнцефалограмм, а в некоторых случаях и сделает анализ точнее, так как человеческий глаз иногда не способен выделить разряд из-за сложности сигнала.

#### **Научная новизна.**

Электроэнцефалограмма во время абсансного разряда представляет собой сильно нелинейный сигнал в отличие от фоновой ЭЭГ. На этом основании в данной работе было предложено ввести индексы, характеризующие степень нелинейности сигнала, рассчитывать их в скользящем временном окне и по их изменению диагностировать начало и конец абсансного разряда.

#### **Научная и практическая значимость работы.**

Подход, основанный на детектировании изменения степени нелинейности сигнала, может быть использован для выявления не только абсансных разрядов, но и других характерных паттернов сигналов биологической, радиотехнической и иной природы, с помощью подбора подходящей нелинейной модели. Метод автоматической разметки абсансных разрядов будет полезен в клинической практике электроэнцефалографистов.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** дается общая характеристика работы, ее новизна и актуальность.

**В разделе «Теория. Динамическое моделирование и временные ряды»** приводится теоретический материал, связанный с динамическим моделированием по временным рядам, использованный в работе, на основе которого построено дальнейшее исследование. Дано описание индексов нелинейности.

Индексы нелинейности созданы для оценки степени нелинейности сигнала. Они представляют собой три показателя, которые рассчитываются из соотношения трех величин:

- 1) Доля дисперсии, объясненная линейными членами модели.

$$\theta_1 = \sigma^2 - \varepsilon_L^2$$

- 2) Доля дисперсии, объясненная нелинейными членами модели.

$$\theta_2 = \sigma^2 - \varepsilon_N^2$$

- 3) Уровень шума.

$$\theta_3 = \varepsilon_N^2$$

Для определения степени нелинейности временного ряда используются три индекса:  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$ ,  $\gamma_3$ . Они находятся в интервале от 0 до 1.

$\gamma_1$  - отношение нелинейности к линейности. Этот индекс рассчитывается следующей формулой:

$$\gamma_1 = \frac{\theta_2}{\theta_1 + \theta_2}$$

В этом случае, если индекс равен 0 – то нелинейности нет, а если равен 1 – то нет линейности.

$\gamma_2$  – отношение нелинейности к шуму:

$$\gamma_2 = \frac{\theta_2}{\theta_2 + \theta_3}$$

В этом случае, при значении индекса равном 0 отсутствует нелинейность, а при 1 отсутствует шум.

$\gamma_3$  – отношение линейности к шуму:

$$\gamma_3 = \frac{\theta_1}{\theta_1 + \theta_3}$$

Если индекс равен нулю, то в сигнале отсутствует линейная компонента, а если 1, то отсутствует шум.

**В первом разделе** приводится описание экспериментальных данных – реальные временные ряды ЭЭГ крыс с абсансной эпилепсией генетической линии WAG/Rij. Данные были сняты и предоставлены Nijmegen Institute of Cognition and Information, The Netherlands. Эксперименты были разрешены Комитетом по Этике в отношении экспериментов на животных. В главе подробно описана процедура съема сигнала с крыс, проиллюстрированы места ввода электродов, на графиках приведены временные ряды и спектрограммы.

**Во втором разделе** описывается программа расчета индексов нелинейности, используемая модель и результаты проверки работоспособности на временных рядах с известными характеристиками и на реальных данных, описанных в первом разделе.

**В третьем разделе** описывается программа поиска эпилептических разрядов. Приводятся результаты проверки работоспособности программы на временных рядах реальных данных. Глава завершается статистическим анализом эффективности поиска разрядов как по каждой крысе отдельно, так и по всем крысам в целом. Использовались следующие меры:

Чувствительность – это способность метода давать правильный результат, который определяется как доля истинно положительных

результатов среди всех проведенных тестов. Чувствительность определяется по следующей формуле:

$$Se = \frac{N_{real} - N_{missed}}{N_{real}} * 100\%$$

где  $N_{real}$  – количество истинных разрядов

$N_{missed}$  – количество пропущенных разрядов.

Специфичность – это способность метода не давать ложноположительных результатов, который определяется как доля истинно отрицательных результатов. Специфичность определяем по следующей формуле:

$$Sp = \frac{N_{real}}{N_{real} + N_{false}} * 100\%$$

где  $N_{real}$  – количество истинных разрядов

$N_{false}$  – количество ложно найденных разрядов.

**В разделе 4** приводятся обсуждения по поводу результатов поиска. Как у любого нового, у представленного метода имеются свои недостатки: некоторые разряды не были найдены, некоторые были найдены как лишние. Однако были найдены разряды, которые пропустил физиолог, что является неоспоримым преимуществом данного метода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- В данной работе был разработан метод автоматического распознавания абсансных разрядов по записям электроэнцефалограмм с помощью модельных индексов.

- Метод был реализован и запрограммирован в компьютерной программе и показал хорошие результаты.

- Всего было проанализировано 250 разрядов от 5 крыс

- Проведен статистический анализ эффективности поиска с помощью меры эффективности и чувствительности метода. Среднее значение для чувствительности составило  $Se=91,1\%$ , для специфичности  $Sp= 55,4\%$ .

- Метод позволил ускорить процесс анализа сигналов ЭЭГ, сама программа проста в управлении и справляется с теми разрядами, которые были пропущены человеком

## **РАБОТЫ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

Шамов С.А., Сысоева М.В. Метод автоматического распознавания абсансных разрядов по записям электроэнцефалограмм с помощью индексов нелинейности // Тезисы всероссийской научной конференции, Уфа, 2016.