

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

О.П. Высоцкий, М.А. Квартальный, М.В. Давыдов, А.Н. Осипов

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. П. Бровки, 6, БГУИР, 22013, Минск, Беларусь, тел. +375 17 2932341
E-mail: uvrn@bsuir.by*

Analysis of brain activity by detecting a response to the stimulus in the form of significant parameters of the electroencephalographic signal using machine learning methods.

В современной медицине для диагностики и регистрации активности головного мозга применяется метод электроэнцефалографии (ЭЭГ) - метод исследования деятельности головного мозга, основанный на суммарной регистрации биоэлектрической активности отдельных его зон и областей [1]. Результатом проведения ЭЭГ является электроэнцефалограмма – набор шумоподобных сигналов, соответствующих электрической активности головного мозга. Запись ЭЭГ широко применяется в диагностической и лечебной работе (особенно часто при эпилепсии), в анестезиологии, а также при изучении деятельности мозга, связанной с реализацией таких функций, как восприятие, память, адаптация и т. д.

Обычный анализ ЭЭГ, осуществляемый на основании внешнего вида графиков, является весьма трудоемким и недостаточно объективным и точным. Поэтому актуальной является задача разработки методов углубленного анализа ЭЭГ с применением математической обработки, в частности применение методов машинного обучения для выявления скрытых закономерностей и законов.

Целью работы является создание методики выявления закономерностей на электроэнцефалограмме при воздействии на человека раздражителем, либо при собственном волевом усилии человека.

Для проведения исследования были записаны ЭЭГ сигналы при воздействии на испытуемого акустическим раздражителем. Запись ЭЭГ производилась на электроэнцефалографе Мицар-ЭЭГ-Эконом-19/1. В качестве акустического раздражителя был выбран гармонический сигнал частотой 1000 Гц, подаваемый в импульсном режиме периодом 0,5 секунд, длительность импульса 0,2 секунды с вероятностью 50% появления импульса. Пример подаваемого сигнала показан рисунке 1.

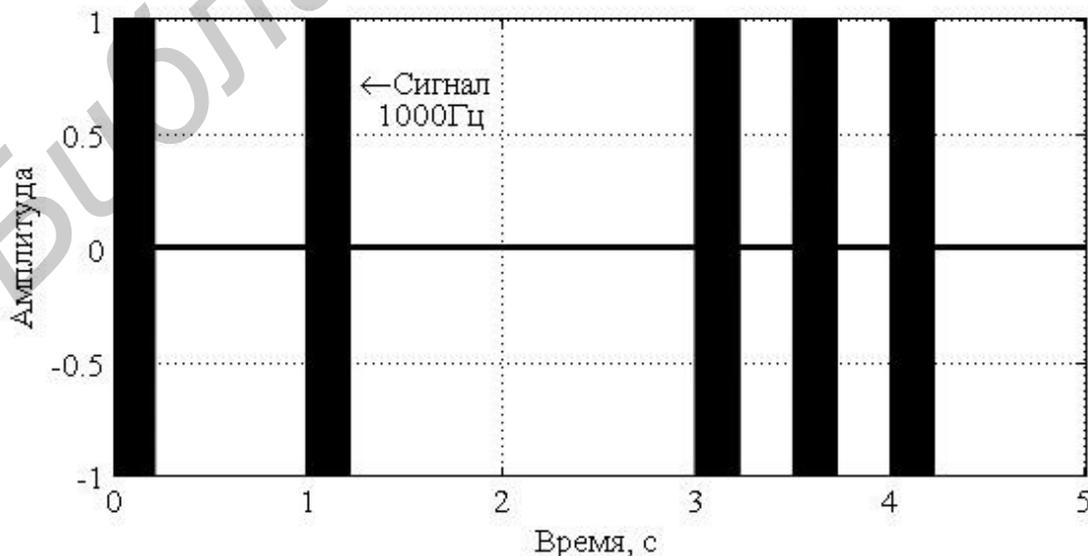


Рисунок 1 – Пример акустического сигнала воздействия на человека

Для генерации звуковых импульсов была написана программа в среде Visual Studio на языке программирования C#. Звуковой сигнал подавался в наушники на испытуемом. Для регистрации времени воздействия импульса к электроэнцефалографу был подключен модуль исследования вызванных потенциалов, на который также подавался звуковой сигнал. Таким образом, на полученных сигналах есть чёткая временная метка подачи звукового импульса. Далее была получена обучающая выборка, входными данными которой служат спектры участков сигнала по 0,5 секунд с каждого канала, а выходными данными – бинарный сигнал, где 0 означает, что в данный участок времени звукового импульса не было, а 1 – что звуковой импульс был.

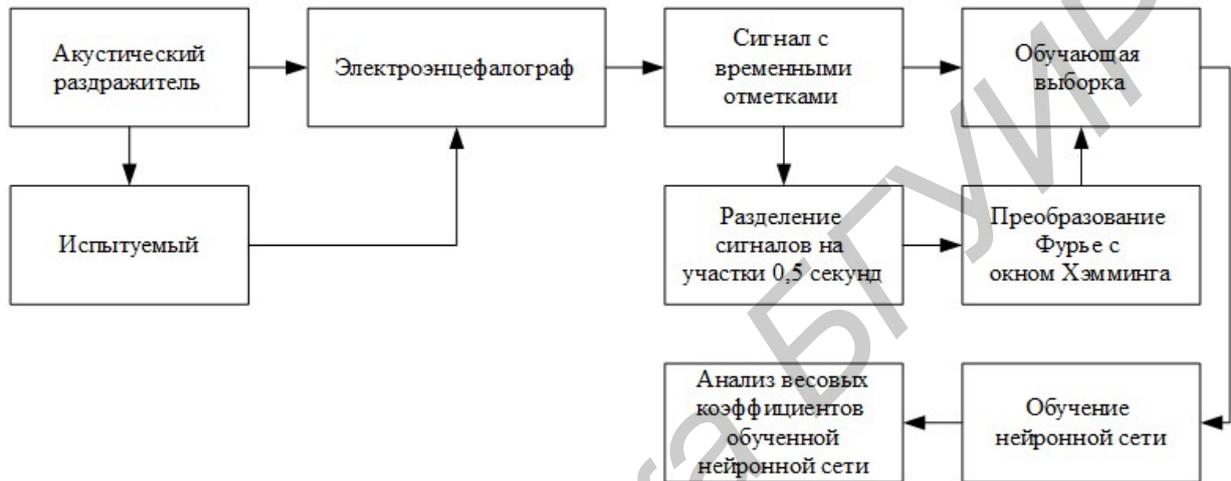


Рисунок 2 – Блок-схема метода выделения значимых параметров ЭЭГ сигнала, при воздействии акустического сигнала

Для выявления закономерностей в обучающей выборке был применён такой метод машинного обучения как нейронные сети. В качестве метода обучения нейронной сети был выбран метод обратного распространения ошибки [2]. Создание и обучение нейронной сети производился в среде математического моделирования Matlab с применением Deep Learning Toolbox. После обучения производится анализ весовых коэффициентов нейронной сети, что позволяет выделить наиболее значимые частоты в отдельных ЭЭГ каналах. Блок-схема метода показана на рисунке 2. В настоящее время проводятся исследования с использованием различных конфигураций нейронной сети.

Выявление ответной реакции головного мозга на предъявляемый стимул в виде значимых параметров ЭЭГ сигнала позволяет проводить комплексную и глубокую диагностику активности мозга. Дальнейшее усовершенствование предложенного метода в перспективе позволит реализовать:

- Компьютерные системы автоматического диагностирования головного мозга;
- Терапевтическое воздействие методом биологической обратной связи;
- Управление компьютерных систем посредством ЭЭГ нейроинтерфейса.

Литература

1. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга) / В.В. Гнездицкий // М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
2. Аксенов С.В., Новосельцев В.Б. Организация и использование нейронных сетей (методы и технологии) / Под общ. ред. В.Б. Новосельцева. – Томск: Изд-во НТЛ, 2006. – 128 с.