

**Интеллектуальный  
сервис диагностики  
эпилепсии по данным  
ЭЭГ**

**Введение**

**Математическое описание**

**Описание сервиса диагностики**

**Предоставление результатов  
разработки**

**Предложения по улучшению  
приложения**

## Введение.

### *Постановка проблемы*

По данным ВОЗ эпилепсией страдают около 50 миллионов человек во всем мире. Несмотря на широкую медицинскую практику фундаментальный механизм её образования неизвестен. Своевременная и правильная постановка диагноза позволит начать лечение на ранних этапах развития заболевания. Поэтому актуальной проблемой является ранняя диагностика эпилепсии, в том числе скрытой, которая протекает без явных внешних признаков судорог и припадков.

### *Цель проекта*

Разработать интеллектуальное программное обеспечение используемое врачом-эпилептологом для диагностики эпилепсии.

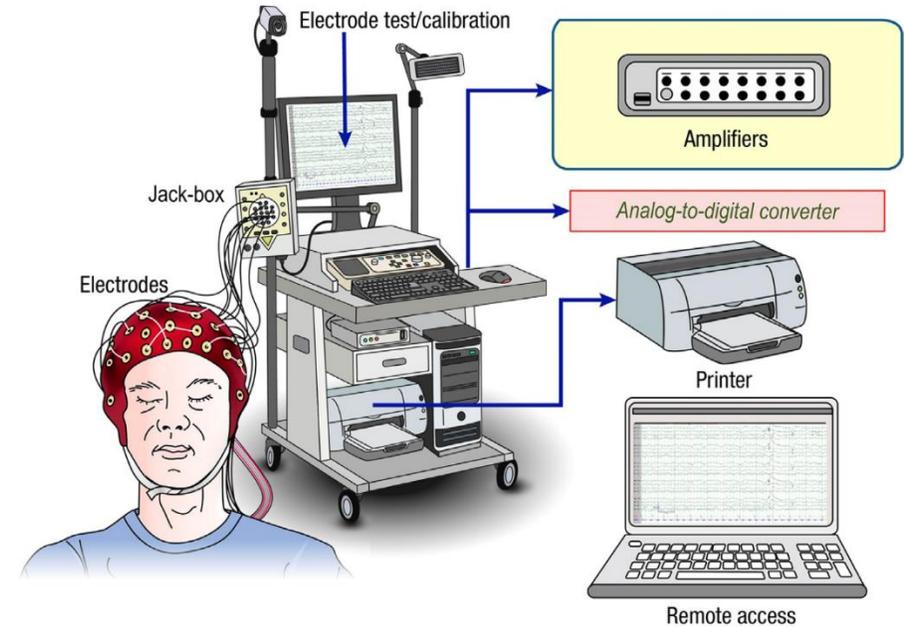
## Введение. Дизайн эксперимента.

Стандартная процедура ««Электроэнцефалография с нагрузочными пробами»:

- Расположение электродов в соответствии с международной системой «10-20»;
- Регистрация базовой электрической активности мозга в режиме пассивного бодрствования (rest-state) в течении одной минуты;
- Фотостимуляция в течении 10 секунд с интервалом 5 секунд (диапазон частот от 1 Гц до 50 Гц).

Выборки:

- Тестовая группа – 24 взрослых здоровых человека
- Контрольная группа – 22 взрослых человека с подтвержденным диагнозом эпилепсии

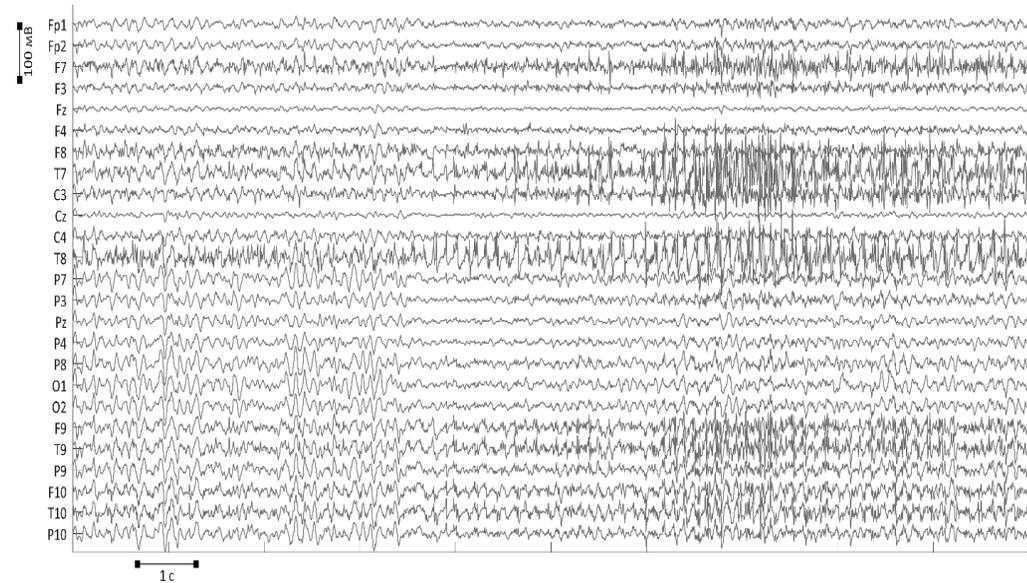


Feyissa A. M., Tatum W. O. Adult EEG. Handbook of Clinical Neurology, 2019.

## Математическое описание.

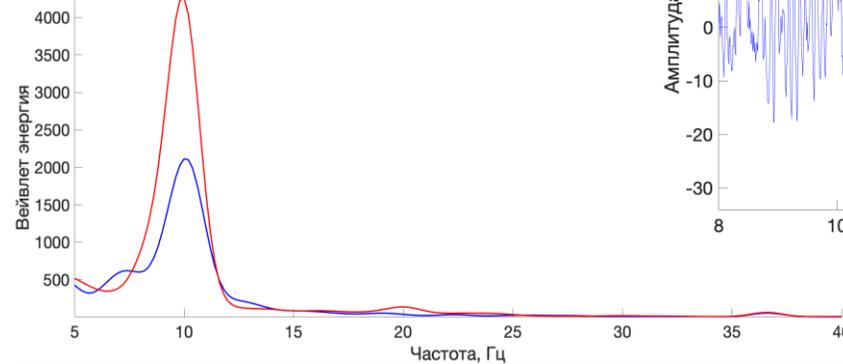
### 1) Удаление артефактов

- Анализ независимых компонент — Independent Component Analysis (ICA)
- Полосовая фильтрация (фильтр Баттерворта 4 порядка)



### 2) Вейвлет-анализ

- Вейвлет-преобразование
- Нормировка на базовый уровень активности («baseline correction»)



## Математическое описание.

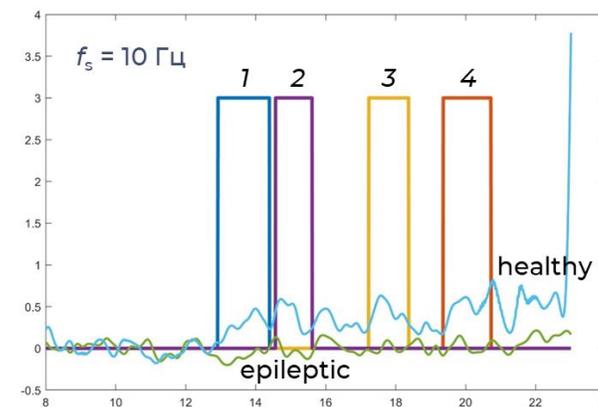
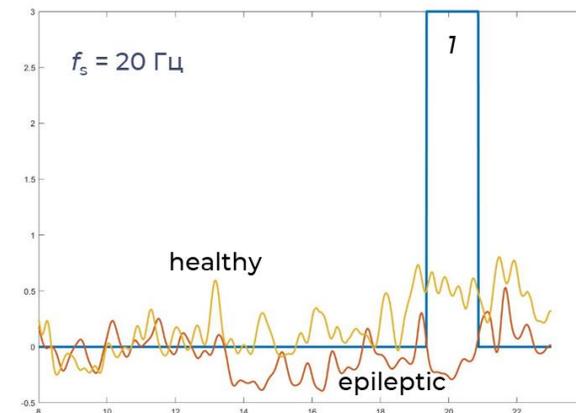
### 3) Перестановочный кластерный статистический тест

Частота стимуляции, Гц	Значимый частотный диапазон, средняя частота, Гц	Значимые каналы ЭЭГ
10	19.8	Fz, Cz, C4
20	8	Fp1, Fp2, F3, Fz, C3, C4, T8, F9

### 4) Обучение классификатора

- Метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM)

Actual Predicted	Эпилепсия	Здоровый
Эпилепсия	86 % (True Positive)	28 % (False Positive)
Здоровый	14 % (False Negative)	72 % (True Negative)



Характеристики классификатора:

- Чувствительность (Sensitivity) – 86 %;
- Специфичность (Specificity) – 72 %;
- Точность (Precision) – 75 %;
- Полная точность (Accuracy) – 79 %.

## Описание сервиса диагностики.

1) Язык программирования – Python

2) Архитектура приложения

- web-приложение (клиент-серверная архитектура)
- web-фреймворк Django
- база данных PostgreSQL.

Интерфейс пользователя содержит 3 страницы:

- Главная
- Обработка
- История

## Главная

В области исследования эпилепсии одним из наиболее популярных направлений является автоматизированный поиск признаков, паттернов эпилепсии и разработка соответствующих алгоритмов, в том числе с использованием машинного обучения.

Данный прототип программного обеспечения, направлен на автоматизацию процесса диагностики и поиска эпилепсии на рутинной электроэнцефалографии головного мозга, выполненной с фотостимуляцией. Основа вычисления – алгоритм машинного обучения, который ассистирует врачу.

Такой референсный отклик с применением искусственного интеллекта позволит при подтверждении гипотезы значительно сократить время на обработку данных и требование к качеству первичного съема ЭЭГ. Это в свою очередь позволит снизить долю «недообследованных» и повысить выявляемость – известно, что до наступления приступа визуально эпилепсия не проявляется и поймать дебют заболевания сложно.

Технические подробности можно посмотреть в статье: [Журнал "Врач и ИТ"](#)

Разработано совместно с учеными из ["Университет Иннополис"](#).

Иммерсмед

[Главная](#) [Обработка](#) [История](#)

## Обработка

Выберите файл

Введите интервалы фотостимуляции на частоте 10Гц

Иммерсмед

[Главная](#) [Обработка](#) [История](#)

## История обработки

#	Запись	Дата добавления	Время выполнения	Результат
1	e.edf	2 сентября 2022 г. 11:18	11:00:00	Нет результата

## Предоставление результатов разработки.

### Итоговый результат

*После разработки web-приложения программы диагностики эпилепсии были скорректированы результаты классификатора*

Actual Predicted	Эпилепсия	Здоровый
Эпилепсия	82,36 % (True Positive)	17,64 % (False Positive)
Здоровый	16,05 % (False Negative)	83,95 % (True Negative)

Характеристики получившегося классификатора:

Чувствительность (Sensitivity) – 82 %;

Специфичность (Specificity) – 83 %;

Точность (Precision) – 84 %;

Полная точность (Accuracy) – 76 %.

## Предложения по улучшению приложения.

Исходя из вышеизложенных данных, возможны следующие изменения:

- Повышение чувствительности классификатора путем проведения новой серии экспериментов и обучения на увеличенной выборке
- Изменение классификатора таким образом, чтобы он мог разделять правофокальную эпилепсию от левофокальной
- Изменение языка программирования на C++ в виду более быстрой работы
- Написание интерфейса на React в виду более легкой поддержки и огромного потенциала
- Постоянное обновления ядра приложения для повышения точности работы приложения

**Спасибо за внимание!**

## Математическое описание. Вейвлет-преобразование

Вейвлет-преобразование непрерывного временного сигнала  $x(t)$  определяется как:

$$CWT(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi_{a,b}^*(t) dt$$

где  $x(t)$  – первоначальная ЭЭГ,  $\psi^*(t)$  – комплексное сопряжение, которое может быть вычислено как:

$$\psi_{a,b}^*(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

где  $a$  и  $b$  коэффициенты масштабирования и сдвига,  $\psi(t)$  материнский вейвлет.

В качестве материнского вейвлета был использован комплексный вейвлет Морле, поскольку он имеет наилучшую частотную и временную локализацию одновременно. Комплексный вейвлет Морле определяется следующим выражением:

$$\psi(t) = \frac{1}{\sqrt{\pi B}} e^{2\pi j C t} e^{-\frac{t^2}{B}}$$

где  $B$  – коэффициент полосы пропускания,  $C$  – коэффициент центральной частоты.