

Базовая функциональность “интерфейс мозг-компьютер” для экзоскелета БиоМех

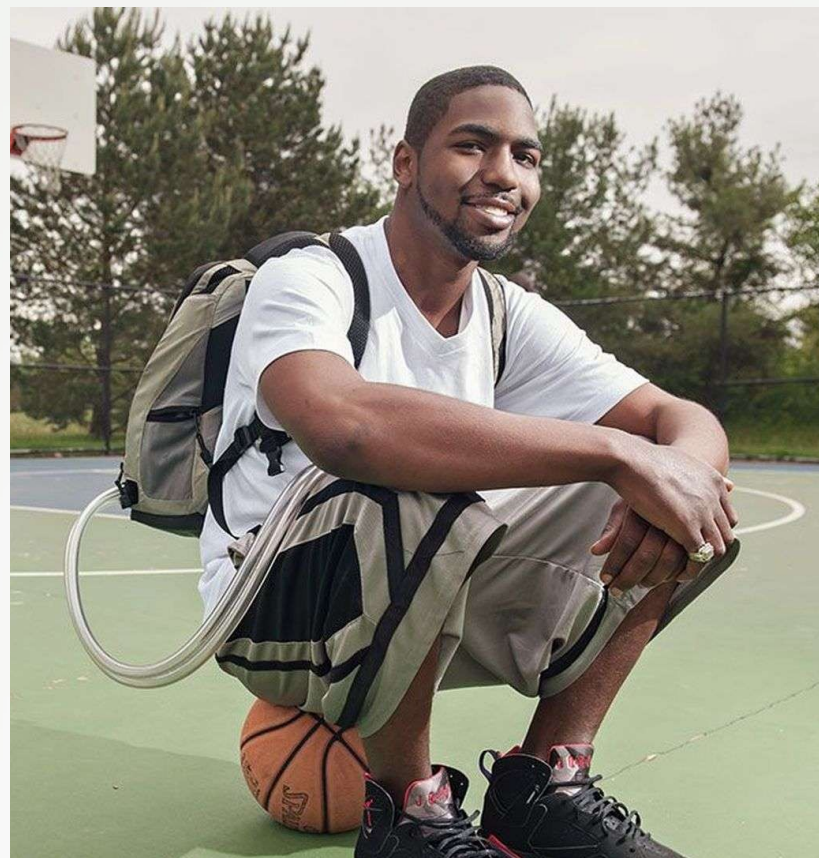
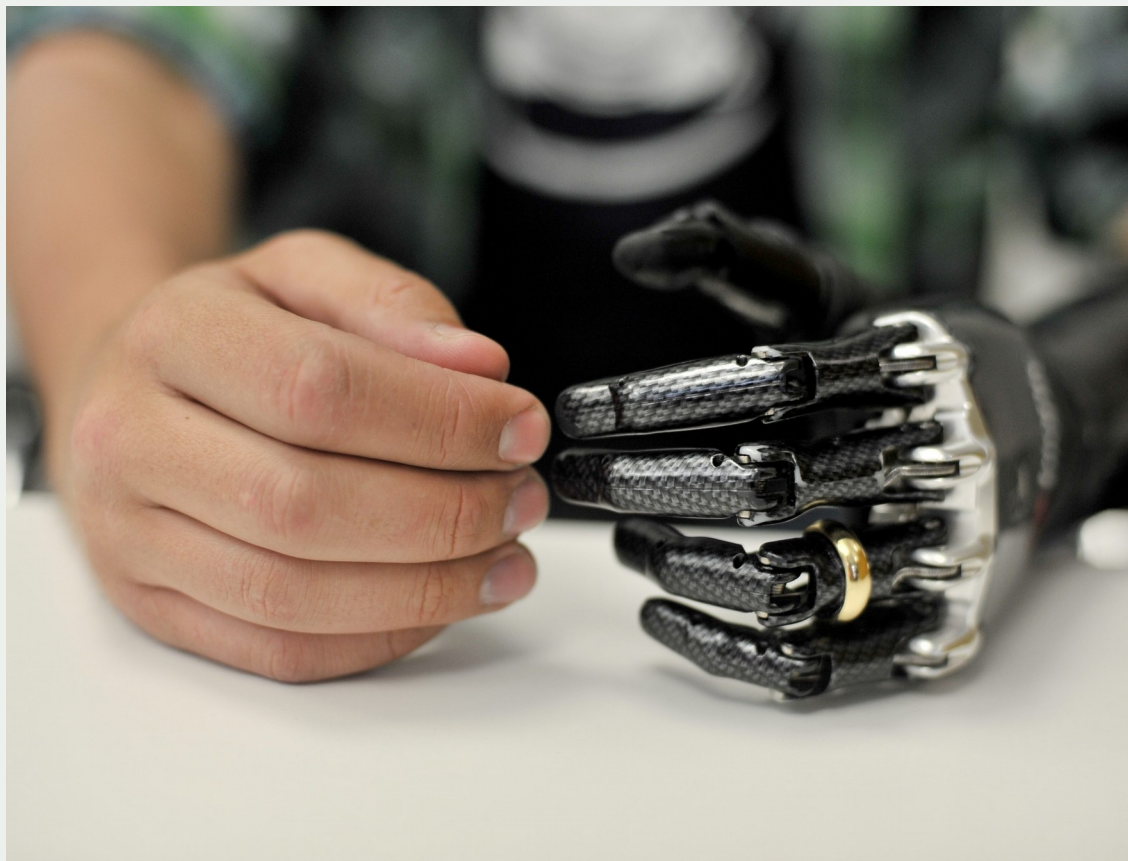
Солдатенкова Евгения Андреевна

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. В.Е. Павловский

Оппонент:

Алисейчик А.П
(к.т.н., н.с. ИМаш им. А.А.
Благоданова РАН)

Бионика

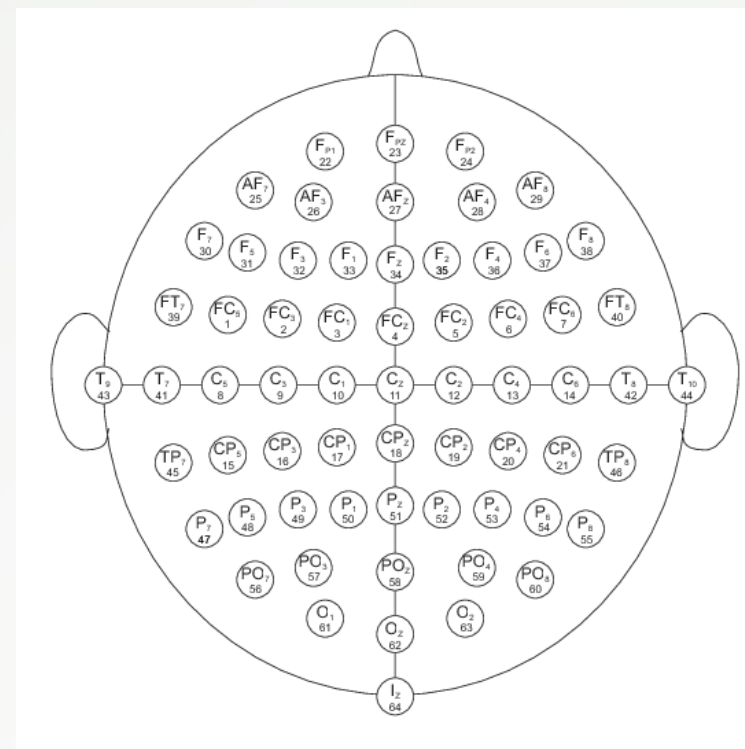
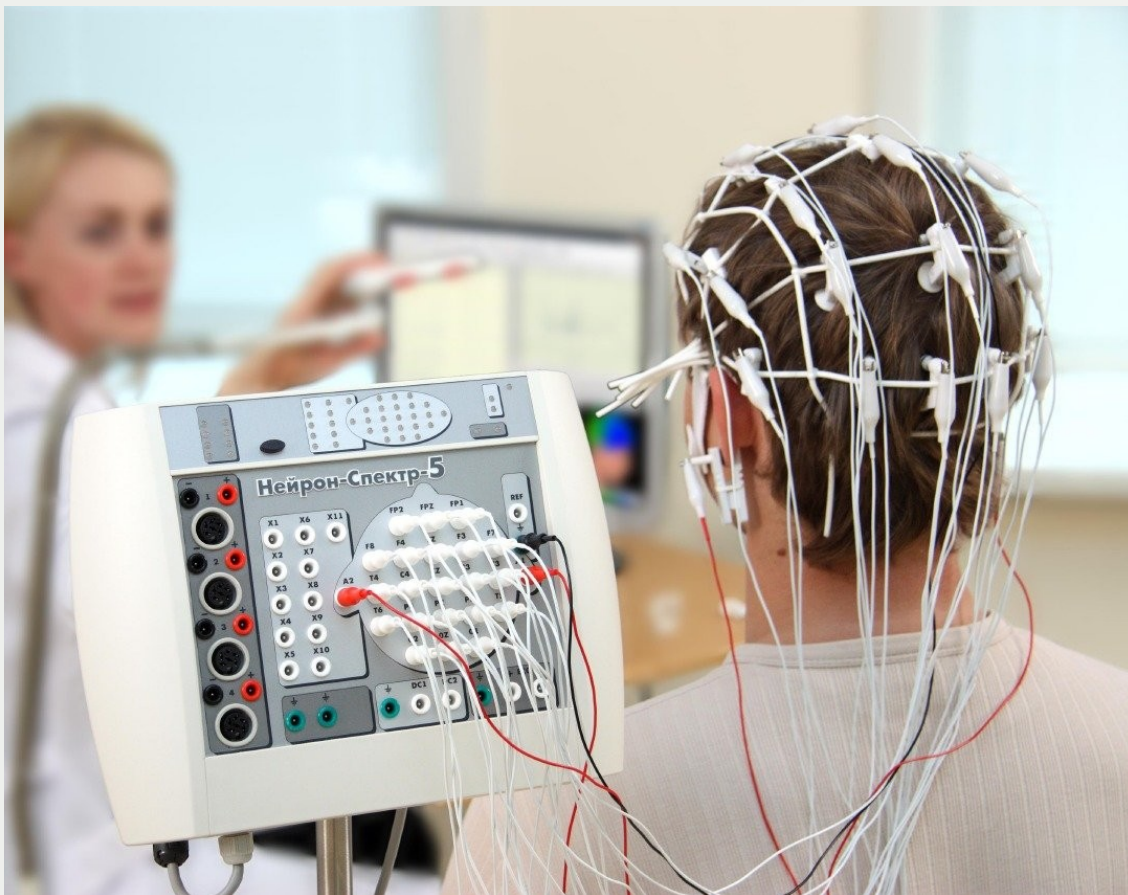


Задачи

- сделать предположения о картировании;
- определить области, “ответственные” за движения;
- составить модель биоэлектрической активности;
- создать приложение, способное управлять экзоскелетом на основе полученной модели.

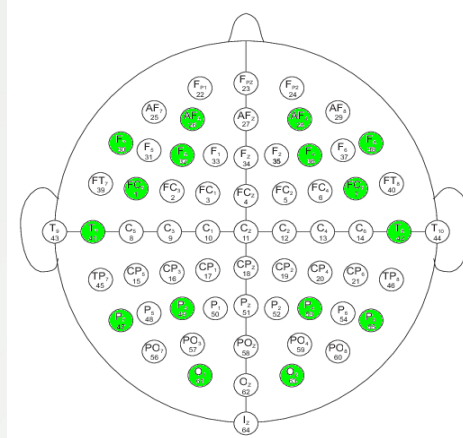
Теоретическая база

Электрoэнцефалография



Emotiv Eroc EEG

- непогружной
- “мокрый”
- пассивные электроды
- 14 датчиков
- 2 гироскопа
- 7-12 часов без подзарядки
- беспроводная радиосвязь



Обзор мировой практики

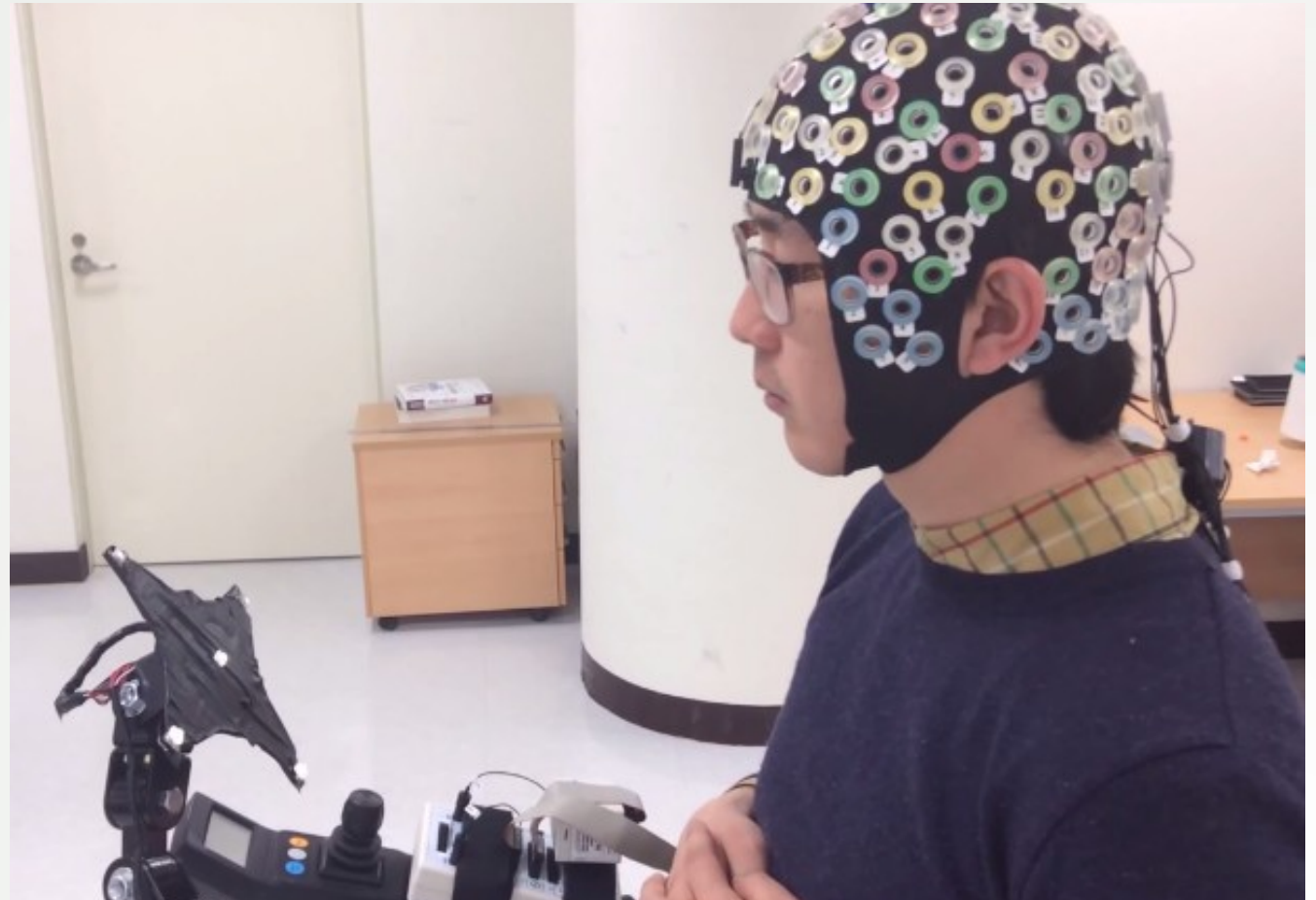
Экзоскелет “Илья Муромец”, ННГУ им. Лобачевского



Система нервного шунтирования (NBS) (Университет штата Огайо и Мемориальный институт Баттеля)



Система управления нижними конечностями (Корейский и Берлинский университеты)



Особенности рассмотренных работ

“Илья Муромец” – ЭМГ:

- медленная
- с ограничениями

NBS:

- хирургическое вмешательство
- частая перекалибровка

Корея & Берлин:

- конструкция, не рассчитанная на мобильность

Реализация

The background of the slide features abstract geometric shapes. A large, light purple triangle points upwards from the bottom left corner. Overlapping this is a darker purple triangle pointing downwards from the top right corner. In the bottom left corner, there is a black triangle pointing towards the center. The word 'Реализация' is centered in the white space between these shapes.

Компоненты

- База данных
- Интерфейс
- Контроллер для сбора данных ЭЭГ
- Контроллер распознавания данных

Библиотеки

Система:

- Peewee
- PyCrypto
- Unittest
- Scikit-learn

Визуализация:

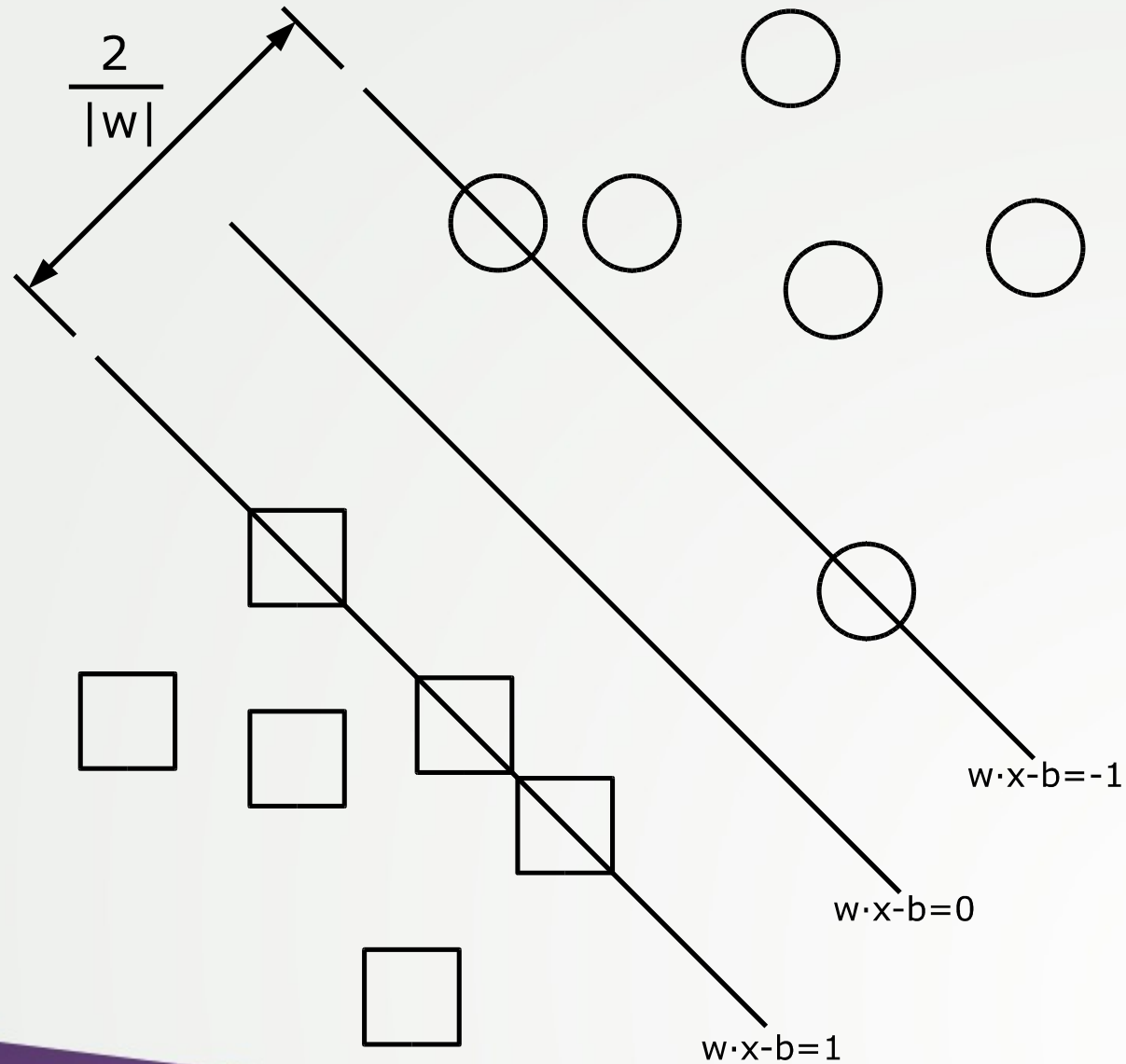
- PyQt5
- PyQtGraph

Асинхронность:

- Asyncio
- Quamash

Язык реализации – Python 3.5

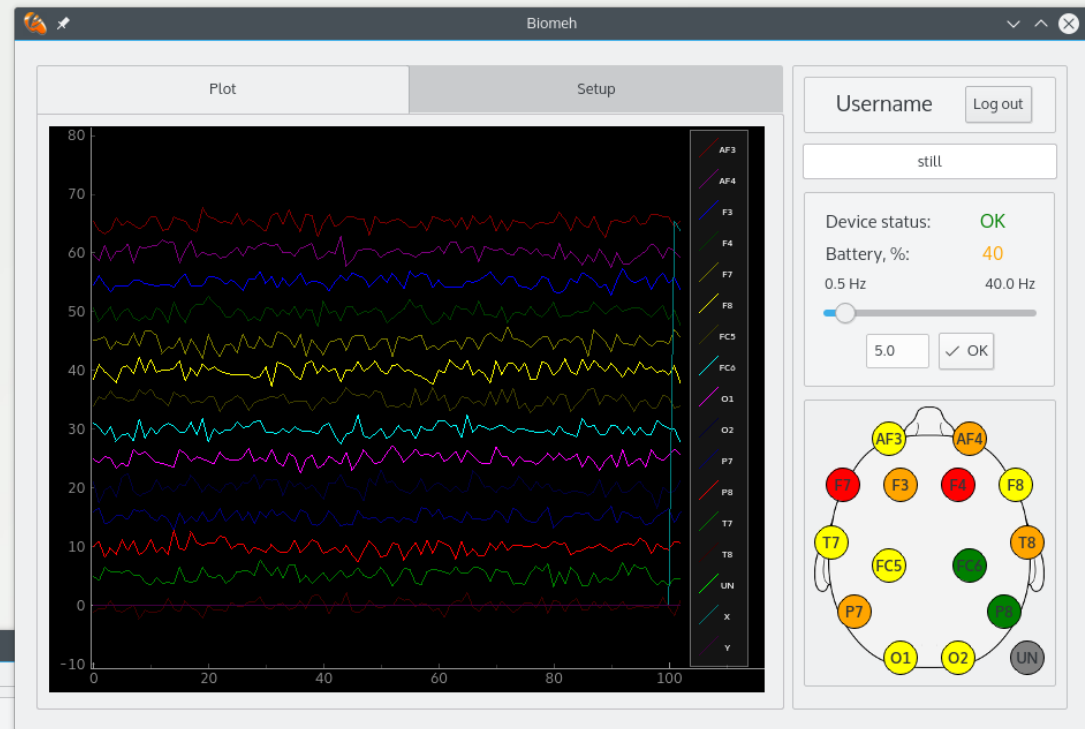
Метод опорных векторов



Интерфейс

Login

☐ I'm a new user, create an account for me



Biomeh

Plot

Setup

Sensors to display

☒ AF3

☒ FC5

☒ T7

☒ AF4

☒ FC6

☒ T8

☒ F3

☒ O1

☐ UN

☒ F4

☒ O2

☐ X

☐ F7

☐ P7

☐ Y

☐ F8

☒ P8

Train something new

Username

Device status: OK

Battery, %: 40

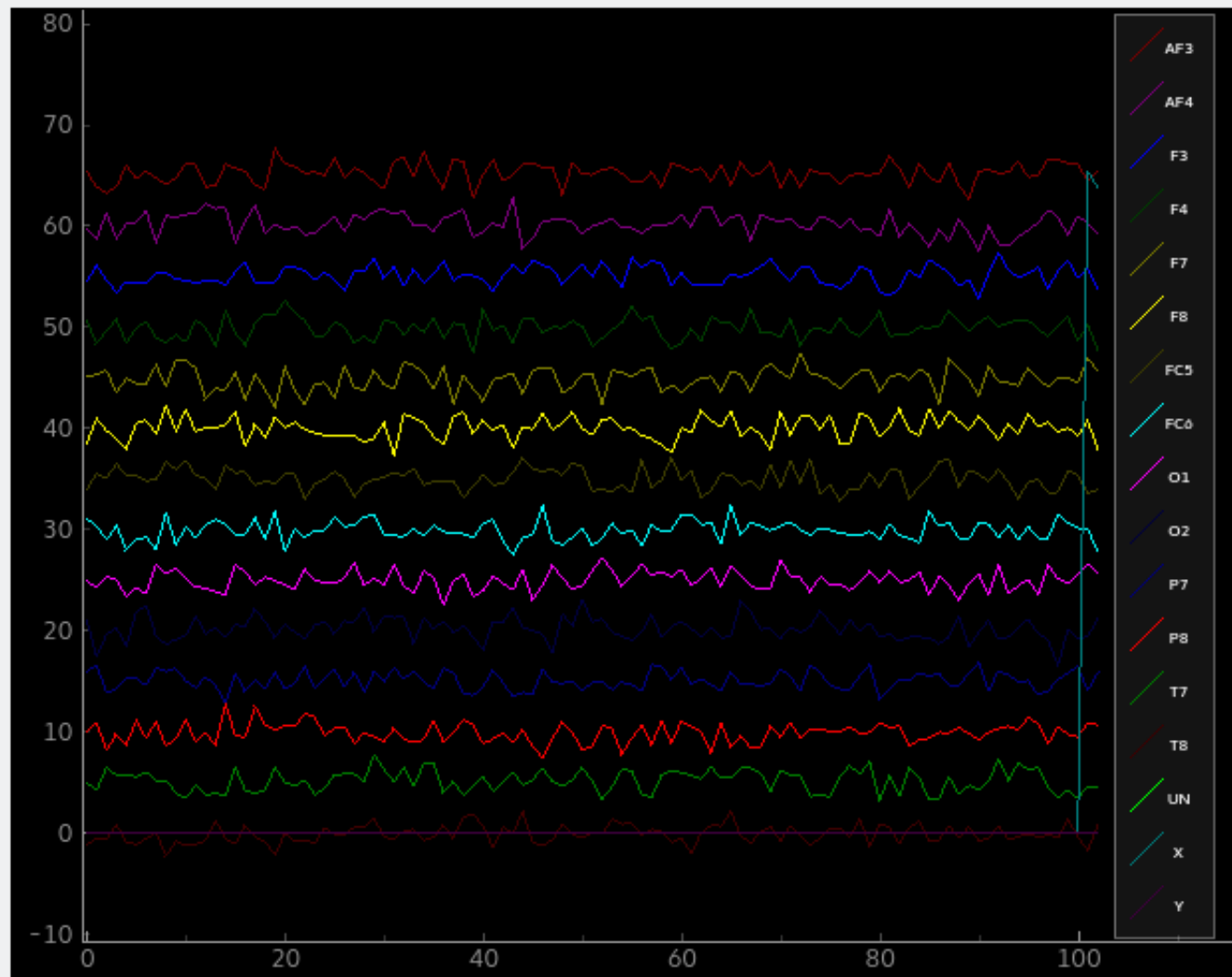
0.5 Hz 40.0 Hz

Training



Plot

Setup



Username

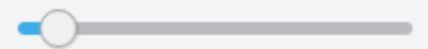
Log out

still

Device status: OK

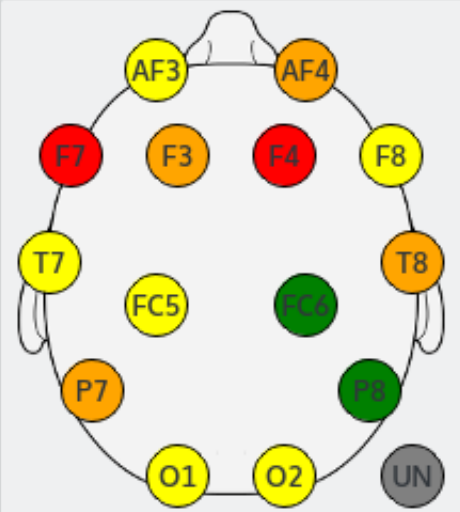
Battery, %: 40

0.5 Hz 40.0 Hz



5.0

✓ OK





Plot

Setup

Sensors to display

☒ AF3☒ FC5☒ T7☒ AF4☒ FC6☒ T8☒ F3☒ O1☐ UN☒ F4☒ O2☒ X☐ F7☐ P7☒ Y☐ F8☒ P8

Apply

Train something new

Username

Log out

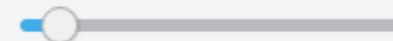
still

Device status: OK

Battery, %: 40

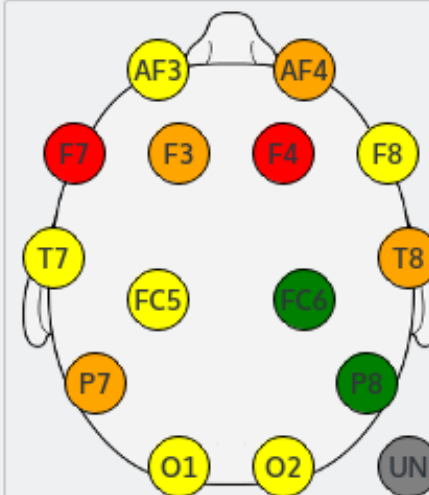
0.5 Hz

40.0 Hz



5.0

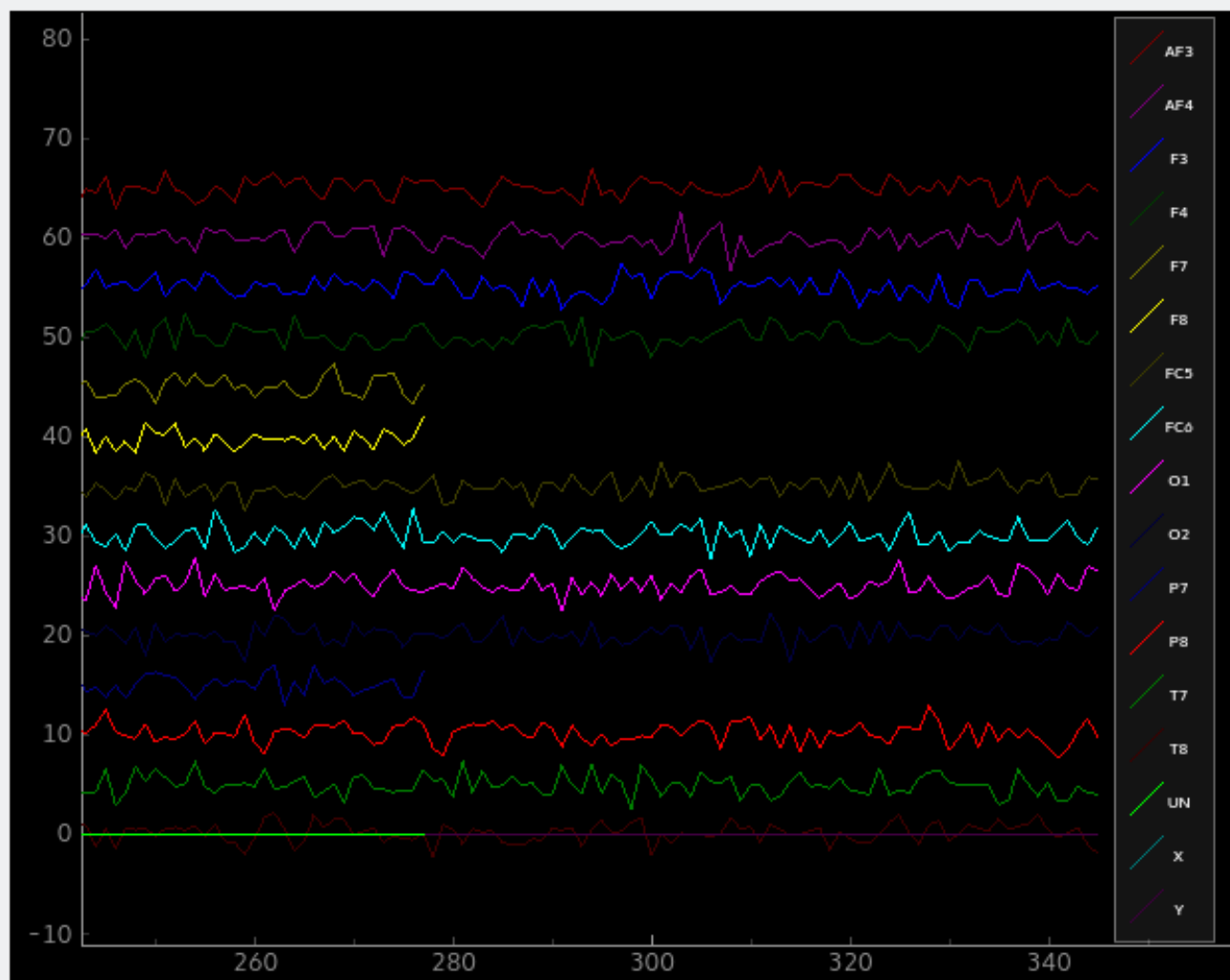
✓ OK





Plot

Setup



Username

Log out

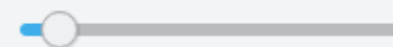
still

Device status: OK

Battery, %: 40

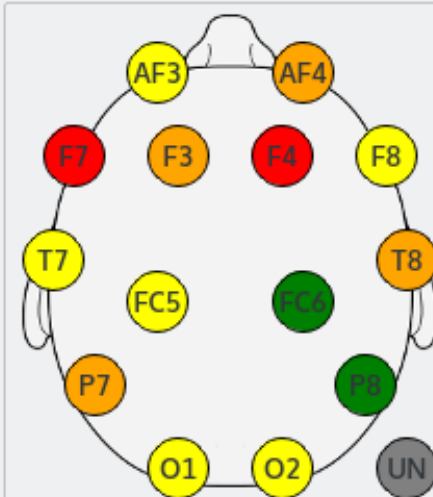
0.5 Hz

40.0 Hz



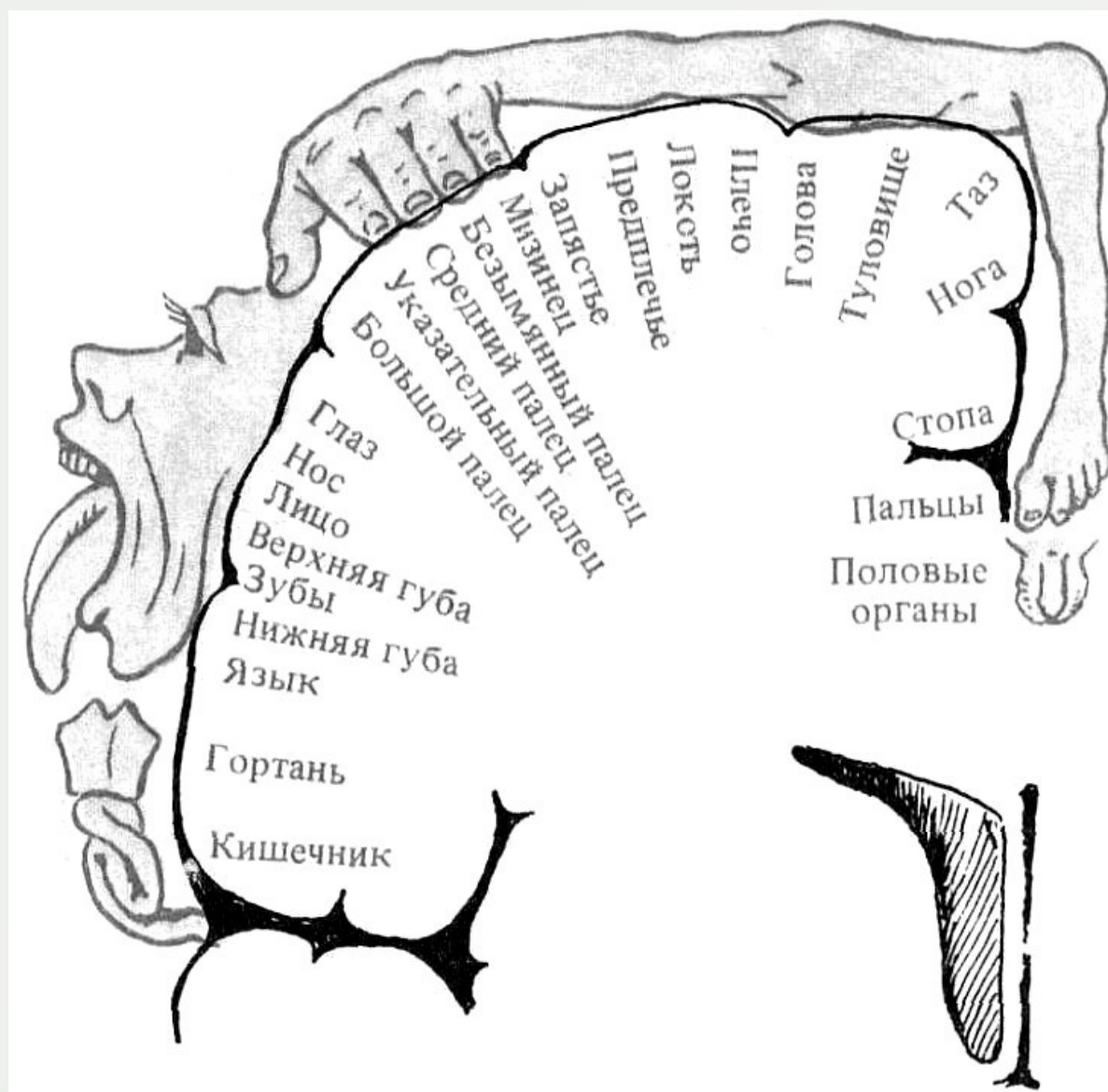
5.0

✓ OK

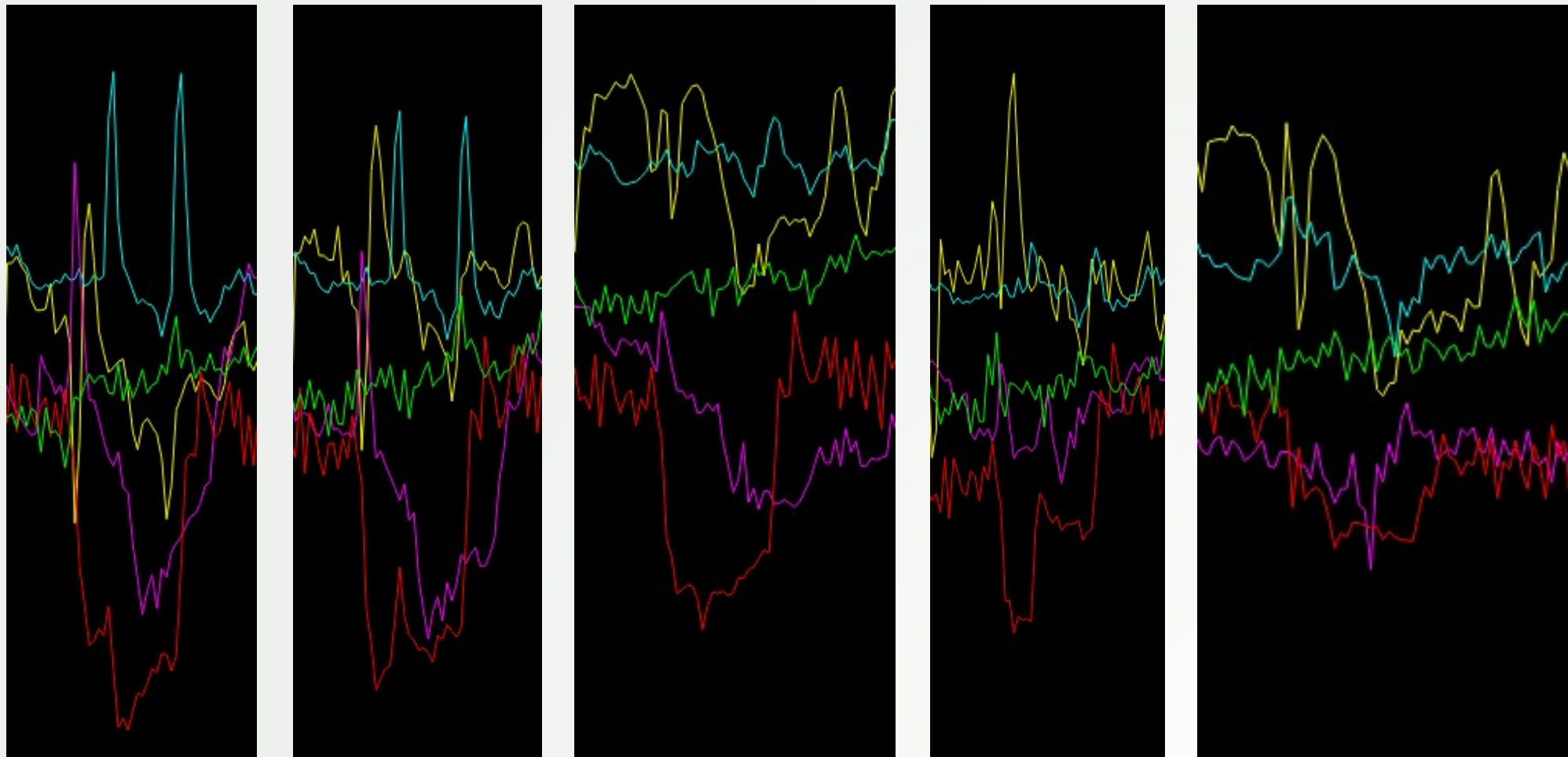


Эксперименты

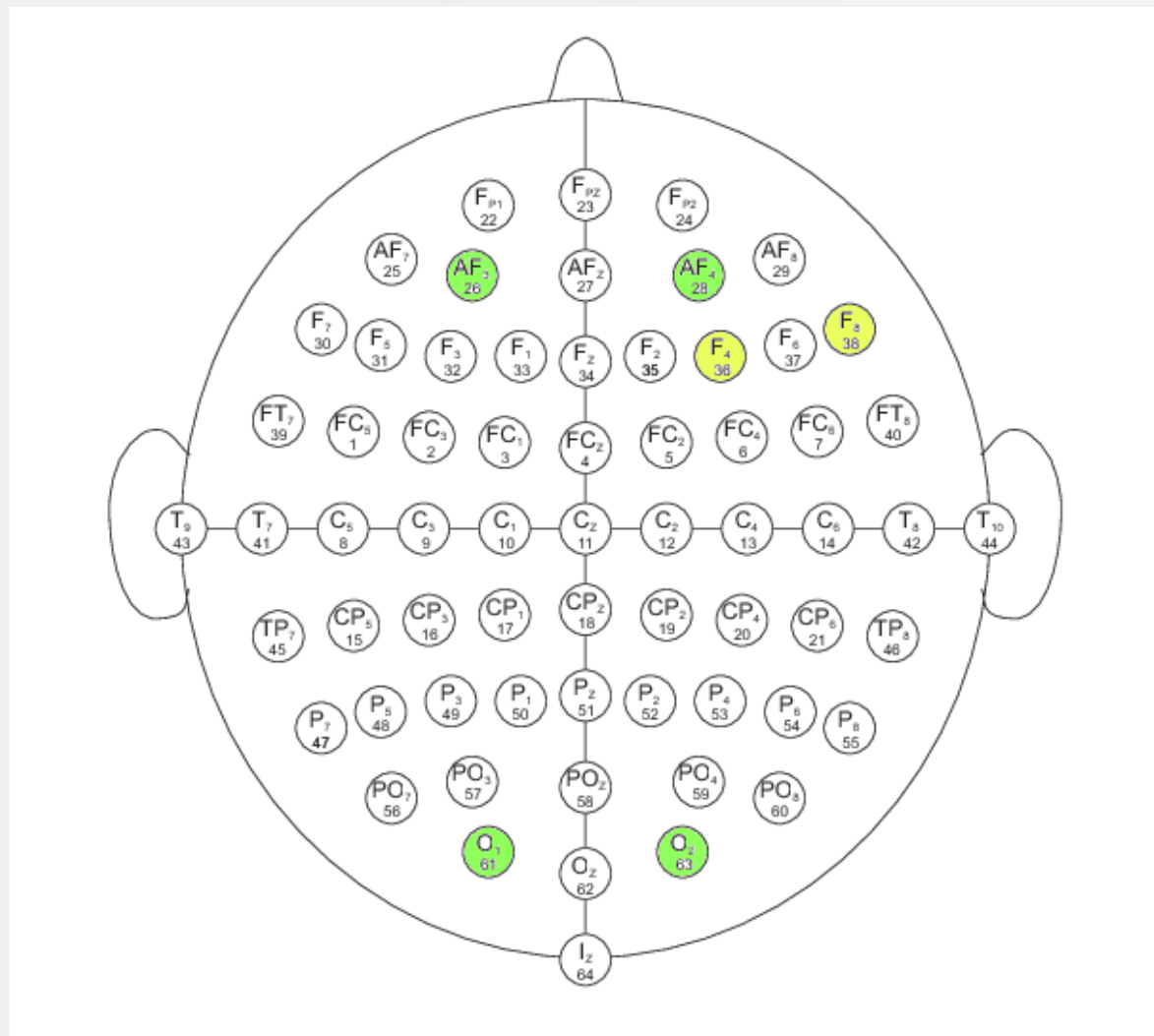
Картирование мозга



Периодическая активность



Периодическая активность



Заключение

В ходе исследования доказана пригодность устройства Emotiv Eroc EEG для данной задачи – у электроэнцефалографа такого класса:

- электроды расположены достаточно правильно для фиксации активности зон мозга, “ответственных” за руки и ноги
- достаточно электродов для фиксации сигналов интересующих пользователей экзоскелета в первую очередь.

Написано асинхронное приложение, способное управлять экзоскелетом при помощи анализа бинарных данных ЭЭГ.

Список литературы

1. Официальный сайт производителя бионических протезов – bebionic.com
2. Patient leaves University of Michigan hospital without a human heart – uofmhealth.org/news/archive/201501/patient-leaves-university-michigan-hospital-without-human
3. Бабский Е. Б., Косицкий Г. И., Ходоров Б. И. – Физиология человека, М:Медицина, 1985 – с. 20
4. Зенков Л. Р. – Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии – М.: МЕДпресс-информ, 2002 – с. 11-18
5. Официальный сайт производителя НКИ Emotiv – emotiv.com
6. Blackrock microsystems – производитель нейрооборудования – blackrockmicro.com
7. Nature: еженежелный научный журнал – Restoring cortical control of functional movement in a human with quadriplegia – 2016, ноябрь, № 533 – с. 247-259
8. Brain Products GmbH – производитель нейрооборудования – brainproducts.com
9. REX Bionics – производитель экзоскелетных комплексов – rexbionics.com
10. Journal of Neural Engineering – нейронаучн. журнал – A lower limb exoskeleton control system based on steady state visual evoked potentials – 2014, том 12, № 5

Список литературы

11. Николаев С. Г. – Практикум по клинической электромиографии – Издание второе, переработанное и дополненное, Иваново:Иван.гос.мед.академия, 2003 – с. 9
12. Nature: сайт еженед.научн.журн. – News: First paralysed person to be 'reanimated' offers neuroscience insights – nature.com/news/first-paralysed-person-to-be-reanimated-offers-neuroscience-insights-1.19749)
13. Официальный сайт библиотеки PyQt – riverbankcomputing.com/software/pyqt/intro
14. Официальный сайт библиотеки PyQtGraph – pyqtgraph.org
15. Официальная документация Asyncio – docs.python.org/3/library/asyncio.html
16. Репозиторий проекта Quamash на Github – github.com/harvimt/quamash
17. Официальная документация ORM Peewee – peewee-orm.com/en/latest
18. PyCrypto на Python Package Index – pypi.python.org/pypi/pycrypto
19. Официальный сайт библиотеки Scikit-learn – scikit-learn.org/stable
20. Официальная документация модуля unittest – docs.python.org/3/library/unittest.html

Список литературы

21. Живолупов С. А., Самарцев И. Н. – Нейропластичность: патофизиологические аспекты и возможности терапевтической модуляции – Журнал неврологии и психиатрии, 4, 2009 – с. 78-83
22. Солдатенкова Е. А. – Использование алгоритмов машинного обучения для прогнозирования эмоций пользователей – Курсовая работа, науч. рук.: Путрин А. В., М.: РГГУ, 2015
23. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. H. – The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction – New York: Springer Verlag, 2001.
24. Воронцов К. В. – Лекции по методу опорных векторов – 2007
25. Pawel Cichosz – Data mining algorithms : explained using R. – John Wiley & Sons, Ltd, 2015
26. Xindong Wu, Vipin Kumar – The Top Ten Algorithms in Data Mining – Taylor & Francis Group, LLC, 2009
27. Penfield W., Rasmussen T. – The cerebral cortex of man – New York: Macmillan, 1950
28. Penfield W., Boldrey E. – Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation. – Brain, 60, с. 389-443