|  |  |
| --- | --- |
|  | |
|  |  |

Правительство Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский университет

«Высшая школа экономики»

Факультет компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата «Программная инженерия»

ОТЧЕТ

по преддипломной практике

Подготовка ВКР на тему

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

Выполнил студент

образовательной программы

09.03.04 «Программная инженерия»

группы БПИ173

\_\_\_\_\_\_\_\_ Д. О. Дубина

(подпись) (инициалы, фамилия)

**Руководитель практики от НИУ ВШЭ**

Профессор департамента программной инженерии факультета компьютерных наук И. Р. Агамирзян.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата) (оценка) (подпись)

**Оценка комиссии**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(дата) (оценка) (подпись)

Москва – 2021

**Содержание**

1. Введение4

1.1. Наименование программы 4

1.2. Краткая характеристика области назначения4

2. Основания для разработки5

3. Назначение разработки 6

3.1. Функциональное назначение6

3.2. Эксплуатационное назначение6

4. Требования к программе или программному изделию6

4.1. Требования к функциональным характеристикам 7

4.2. Требования к интерфейсу 7

4.3. Требования к надежности7

4.4. Требования к организации входных и выходных данных7

4.5. Требования к реагированию на отказы из-за некорректных действий 7

4.6. Требования к временным характеристикам 8

4.7. Условия эксплуатации 8

4.8. Требования к составу и параметрам технических средств 8

4.9. Требования к информационной и программной совместимости9

4.10. Требования к маркировке и упаковке9

4.11. Требования к транспортировке и хранению 9

4.12. Специальные требования 9

5. Требования к программной документации10

5.1. Предварительный состав программной документации10

5.2. Специальные требования к программной документации 10

* http://195.19.40.226/dissertations/var/www/uch/assets/dissertations/Диссертация\_Сотников\_П.И\_1.pdf
* https://ru.wikipedia.org/wiki/Электроэнцефалограмма
* https://ru.wikipedia.org/wiki/Позитронно-эмиссионная\_томография
* https://ru.wikipedia.org/wiki/Функциональная\_магнитно-резонансная\_томография#:~:text=Функциона́льная%20магни́тно-резона́нсная%20томогра́фия%2C%20функциона́льная%20МРТ%20или%20фМРТ%20(англ.
* https://ru.wikipedia.org/wiki/Магнитоэнцефалография#:~:text=Магнитоэнцефалография%20(МЭГ)%20—%20технология%2C,работы%20мозга%20и%20в%20медицине.
* https://m.habr.com/ru/company/cloud4y/blog/458330/
* http://ru-bci.org/index.php/interface-types
* https://www.kommersant.ru/doc/2865676

•определения, обозначения и сокращения

• введение (1-2стр.);

Во введении 1) обосновывается актуальность темы ВКР, 2) формулируется цель работы, 3) ставятся основные задачи ВКР. 4) В конце введения описать структуру работы, то есть дать перечень ее структурных элементов и обосновать последовательность их расположения.

• Глава 1. обзор источников (5 стр.);

В главе 1 на базе обзора источников (монографий, статей, учебников, материалов конференций и проч.), в т.ч. за последние 3-5 лет • Краткое описание существующих решений – алгоритмов, методов, технологий. • Описание и характеристики аналогов, на основе их анализа обосновывается необходимость разработки собственного решения. • Особенности проектируемого ПО в сравнении с аналогичными, как отечественными, так и зарубежными. • Выбор алгоритмов и методов реализации • В конце главы приводится цель работы, постановка задач на разработку (на исследование).

• Глава 2. исследовательский раздел или предлагаемые решения (15 стр.);

Глава 2 - основа ВКР В этой главе должно быть теоретическое обоснование решаемой задачи и/или проводимого исследования. Должны быть описаны более подробно, чем в обзоре (главе 1), используемые для решения поставленных задач • методы, • модели (математические, информационные, др.), • алгоритмы • и др.

• Глава 3. технологический раздел (5 стр.);

В главе 3 описываются технологии разработки программного средства 1. Функциональные требования 2. выбор средств и инструментов разработки • язык программирования, • среда разработки, • библиотеки и проч. 3. Схема программы / архитектура приложения, особенности реализации программы / информационной системы 4. реализация основных алгоритмов (коды наиболее интересных / важных решений, скриншоты) 5. основные структуры данных 6. диаграммы классов и кратко описание классов (назначение) 7. другие диаграммы, схемы баз данных и т.п. 8. примеры тестирования и использования программы В третьей главе обязательно приведите скриншоты Могут быть приведены описания экспериментов и анализ полученных результатов

В главе 3 напишите ссылку на репозиторий или диск, где комиссия сможет при желании посмотреть коды проекта. Укажите примерную ступень готовности прототипа.

Также можно указать ссылки на видеодемонстрации проекта, чтобы исключить "визит-эффект" (когда в самый ответственный момент все, что работало, внезапно перестает работать).

• заключение (1-3 стр.);

 Заключение - полученные результаты, план дальнейшей работы  
       Список использованных источников

В заключении приводятся основные результаты и выводы по отдельным разделам работы и по всей работе в целом. Результаты должны соответствовать поставленным задачам. Но не копируем список задач, а в 2-3 предложениях указываем, что сделано по задаче

• список источников;

Источники

• приложения.

Тз

**Глава 1.**

**Классификация ИМК**

Все ИМК в настоящее время разделены на следующие категории по типу получения данных от человека:

Неинвазивные, в этом случае датчики для измерения электрических потенциалов располагаются на голове и считывают потенциалы, создаваемые головным мозгом (ЭЭГ) и магнитным полем (МЭГ).

Полуинвазивные, в этом случае на открытую поверхность мозга помещаются электроды, и считывают потенциалы также как и в случае неинвазивных ИМК

Инвазивные, в этом случае измеряется активность лишь одного нейрона, для чего микроэлектроды помещаются непосредственно в кору головного мозга.

Для получения данных от ИМК используются следующие технологии:

Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), информацию получают с помощью сильных магнитных полей путем измерения количества крови в различных отделах мозга, чем больше крови, тем активнее соответствующий отдел мозга.

Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), информацию получают с помощью того, что вводят человеку слабый радиоактивные аппарат в кровь, путем измерения количества крови в различных отделах мозга, считывая радиационный фон, можно оценить активность соответствующих отделов мозга.

Магнитоэнцефалография (МЭГ), информацию получают с помощью высокоточных сверхпроводниковых квантовых интерферометров, которые замерят магнитное поле электрической активности мозга. На основании характеристик магнитного поля можно делать выводы о работе отделов мозга.

Электроэнцефалография (ЭЭГ), информация получают с помощью измерения биопотенциалов на коре головного мозга. Чем выше биопотенциал, образующийся суммой процессов в нейронах, тем активнее мозг человека.

ИМК, реализованные на основе ЭЭГ имеют разнообразные принципы работы, в частности их можно классифицировать на следующие группы:

Считывающие медленные корковые потенциалы. Данные ИМК базируются на том, что человек может сознательно изменять активность коры головного мозга с помощью собственных усилий.

Считывающие вызванные потенциалы. Данные ИМК базируются на том, что у человека возникает ответная реакция на некие стимулы, которые можно отследить. В частности, такие ИМК отслеживают потенциалы, вызванные частью мозга ответственной за обработку зрительной информации, к примеру вспышки, частота которых провоцирует колебания в соответствующей части мозга с такой же частотой что у самих вспышек. Или, к примеру P300, который возникает как реакция на редкий значимый стимул, посреди незначительных, который связан с объектом, на котором сконцентрирован человек.

Считывающие сенсомоторные ритмы. Данные ИМК базируются на синхронизации и

десинхронизации мю- и бета-ритмов ЭЭГ при выполнении или мысленном

представлении пользователем движений различных частей тела.

Считывающие и распознающие типы ментальной деятельности. Данные ИМК базируются на классификации различных умственных задач, при решении которых проявляются паттерны ЭЭГ.

И последняя группа — это прямые ИМК, которые базируются на том, что формируется словарь понятий терминов и реакций человека на эти понятия и термины.

**Компонент P300**

Компонент P300 это вызванный потенциал специфический отклик мозга, связанный с принятием решений и различением стимулов. Название компонента состоит из двух частей: P - positive, 300 - момент во времени, где компонент присутствует. P300 означает положительный пик в окрестности 300 миллисекунды. Наиболее выраженный в альфа-волнах.

В ЭЭГ P300 это лишь всплеск в определённых каналах в определенное время. Есть множество способов его вызвать, к примеру если концентрироваться на объекте, а он в случайный момент изменит какую-либо из своих характеристик, например форму, местоположение, цвет или яркость.

Компонент P300 был открыт исследователями Робертом Чапменом и Генри Брэгдоном в 1964 году. Было обнаружено, что мозг на зрительные стимулы реагировал в зависимости от значимости стимулов для испытуемых по-разному. Целевые стимулы вызывают положительное отклонение сигнала ЭЭГ на протяжении 300 миллисекунд демонстрации стимула. В других исследованиях было выявлено, что амплитуда Р300 коррелирует с вероятностью предъявления значимых стимулов и амплитуда тем больше, чем реже появляется целевой стимул. При этом время задержки (латентность) волны Р300 зависит от сложности задания по выявлению целевого стимула и возрастает при увеличении трудоемкости выявления.

ИМК, основанные на ЭЭГ и поиске P300 самые дешевые и малогабаритные и большинство реализаций ИМК используют данную комбинацию для достижений своих целей.

**Трекинг P300**

Отслеживание P300 возможно двумя методами. Посредством математического анализ данных, и посредством построения нейросети. Теоретически между методами разницы нет и можно достигнуть хороших результатов как тем, так и другим. Но на практике реализация на нейронной сети позволяет избежать проблем при использовании программы на разных людях, ввиду того что визуально компонент P300 у двух испытуемых отличается. Обученные нейронные сети позволяют частично избежать влияния данного фактора.

**Классификация волн**

Волны ЭЭГ могут быть разделены на несколько групп по частотам:

Дельта-волны (0,5–4) Гц, как правило, имеют самую высокую амплитуду и самые медленные частоты. Наблюдаются у взрослых в медленноволновом сне. Наиболее выражен спереди у взрослых и в задних отделах у детей.

Тета-волны (3–7) Гц, возникают в основном в теменной и височной областях. Возникновение тета является ненормальным у взрослых в течение дня, но нормально во время сна.

Альфа-волны (8–13) Гц, можно заметить в затылочной доле, теменной и лобной областях. Они вырабатываются, когда человек находится в сознательном расслабленном состоянии с закрытыми глазами.

Бета-волны (13–30) Гц, получаются из теменной, центральной и лобной долей, возникают в состоянии бодрствования или тревоги.

**Предобработка данных**

Для того чтобы передавать данные нейросети для предсказания результатов, необходимо подготовить данные к обработке, для этого используются следующие методы:

Понижение частоты дискретизации существенно упрощает анализ и передачу сигнала, так как уменьшает объем передаваемых данных.

Сегментация данных позволит эффективно оценивать данные только в рамках некоторого промежутка времени, не принимая в расчет колебания отдаленных участков ЭЭГ. Также, сегментация ЭЭГ необходима для отнесения импульсов к одному из видов биоэлектрической активности согласно спектральным характеристикам, что позволяет установить точную временную локализацию основных феноменов.

Интерполяция после обработки сигнала на основе имеющихся данных это хороший способ заполнения недостающих данных.

Фильтрация, отсекая частоты, которые лежат за пределами, исследуемыми в ЭЭГ, которые образуются в следствие влияния окружающей среды на устройство ЭЭГ и движений человека, или отсекая все кроме интересующей исследователя волны можно достичь лучших результатов при анализе сигнала ЭЭГ.

Фильтрация математическими методами, такими как ICA, SSP, PCA или фильтрами максвелла позволяет скорректировать влияние из вне и устранить артефакты, в некоторых случаях исследования ЭЭГ сигнала.

**Позиционирование электродов**

Для размещения электродов в подавляющем большинстве случаев используется международная система “10–20”, признанный во всем мире метод расположения электродов на коже головы. В рамках данного способа подключения помимо количества электродов устройства, есть классификация по выбору точки относительно которой снимаются данные, то есть референтного электрода:

Биполярное отведение ЭЭГ, при котором разность потенциалов измеряется между двумя отдельными электродами, все электроды разделены на пары и с каждой пары регистрируется сигнал;

Монополярное отведение ЭЭГ – разность потенциалов регистрируется между отдельными электродами и общим референтным электродом;

Отведение с усредненным электродом – регистрируется разница между отдельным электродом и средним значением потенциала всех электродов.

**Передача данных, извлечение данных**

Для передачи данных в основном используются технологии Wi-Fi, Bluetooth, USB.

**Аналогичные решения:**

Нейрочат – российский программно-аппаратный комплекс, представляет из себя шлем с 8 электродами с проводным подключением к ПК пользователя и ПО приложение предоставляющее возможность производить ввод и навигацию посредством считывания стимулов посредством аппаратной части. Приложение позволяет осуществлять выход в интернет для использования сервисов, поставляемых с комплексом, в частности социальную сеть, новостной ресурс, видеохостинг. Так же возможна интеграция с системами формата” умный дом”. Позиционируется как продукт для людей с диагнозами, влияющими на подвижность и умственное состояние человека.

BrainBit – российский программно-аппаратный комплекс, представляет из себя повязку с 4 электродами с беспроводным подключением к устройству пользователя по Bluetooth и ПО для считывания и анализа показаний работающее на BrainBit SDK. Копмлекс позволяет снимать показания с частотой дискретизации 250 герц и удобно анализировать результаты. Позиционируется как продукт для обучения, медитации, психологии, и контроля сна.

BrainReader - российский аппаратный комплекс разрабатываемый для международного рынка, представляет из себя шлем с электродами для считывания ЭЭГ. Позиционируется как продукт для снятия ЭЭГ в рамках медицинских обследований и как основа для разнообразных разработок по взаимодействию с робототехникой, экзоскелетами, умным домом и ПК

Muse EEG Headset - зарубежный программно-аппаратный комплекс, представляет из себя ободок с электродами, передающий данные по Bluetooth и ПО визуализирующее и обрабатывающее полученные данные а так же SDK для разработчиков для разработки других программных решений. Позиционируется как продукт для медитации, контроля сна и для трекинга показателей во время физических тренировок.

Emotiv EPOC EEG headset - зарубежный программно-аппаратный комплекс, представляет из себя шлем с 14 электродами, передающий данные по Bluetooth и ПО визуализирующее полученные данные а так же SDK для разработчиков. Позиционируется как продукт для исследований и образования.

**Цель работы:**

Разработка программно-аппаратного комплекса, состоящего из двух частей. Одна из них – устройство, производящее сбор ЭЭГ сигнала, и передающего его по беспроводной сети. Второе – программа компаньон, реализованная для ПК, которая получает данные с устройства, обрабатывает, визуализирует данные. Основной причиной существования разработки является высокая цена и высокий порог входа в сферу исследований ЭЭГ человека. Разработка должна предоставлять базовый функционал аналогов, по более низкой цене.

**Задачи работы**

Проектирование и разработка устройства с поддержкой Bluetooth, снятия данных со скальпа человека посредством подключения 3 электродов (земля, референтный, электрод с данными) по схеме “10-20” с монополярным отводом.

Разработка приложения компаньона, принимающего данные по Bluetooth, обрабатывающего данные, визуализирующего данные ЭЭГ, с возможностью сохранения этих данных, а также с реализованным прототипом нейронной сети для поиска точки P300.

**Глава 2**

**Утройство**

**Аппаратная часть**

**Центр**

**Фильтрация**

**Передача данных**

**Питание**

**Хранения данных**

**Считывание данных**

**Программная часть**

Библиотеки STM

Blurtooth стек

АЦП

**Приложение компаньон**

**Electron**

Electron это фреймворк, разработанный GitHub который позволяет разрабатывать графические кроссплатформенные приложения для ОС с помощью веб-технологий. Electron включает в себя Node.js для работы с back-end и библиотеку Chromium для веб-рендеринга, используется низкоуровневый подход: точкой входа является JavaScript-код, который создает окно браузера, и подгружает в него HTML код. Благодаря этому Electron, путем объединения Chromium и Node.js в единую среду выполнения, может собирать приложения для выполнения под Mac, Windows и Linux, позволяет достичь кроссплатформенности.

**React**

React это JavaScript-библиотека с открытым исходным кодом которая используется для разработки пользовательских интерфейсов. React предоставляет язык шаблонов и функции для отрисовки HTML. В результате компиляции кода React будет получен HTML код, который и будет отображатся посредством Electron. React разрабатывается и поддерживается Facebook, Instagram и сообществом отдельных разработчиков и корпораций. Благодаря свой модульности позволяет достичь большой скорости разработки, простоты и масштабируемости.

**Babel**

Babel это транспилятор, который используется для преобразования конструкций стандарта ECMAScript, в понятный как современным и устаревшим браузерам итак и другим средам, где может выполняться JavaScript. Babel также может преобразовывать в JavaScript и JSX-код React. Данный инструмент входит в стандартный набор, используемый при разработке на React.

**Webpack**

Webpack используется для компиляции JavaScript-модулей. Этот инструмент представляет из себя или сборщик модулей. Позволяет работать с ним используя командную строку или API. Webpack реализует несколько важных концепций. Любой объект может быть модулем, как JS файлы, CSS файлы, HTML файлы так и изображения. Это позволяет разбивать любой артефакт на более маленькие части, которыми удобно управлять и использовать их повторно. Загружать нужно только то, что нужно и когда нужно, Webpack оснащен функциями, которые позволяют делить код и генерировать множество файлов сборки и асинхронно загружать необходимые файлы сборки приложения тогда, когда это нужно. Данный инструмент входит в стандартный набор, используемый при разработке на React.

**Ant Design**

Ant Design это полноценная дизайн-система, визуальный язык а так же библиотека компонентов. Проект поддерживается разработчиками Alibaba Group. Ant Design написан на TypeScript, стилизован с помощью Less и портирован на другие различные фреймворки, в том числе и React. Ant Design предоставляет большую библиотеку компонентов для React с подробной документацией и примерами. Большинство компонентов можно использовать отдельно от Ant Design, для использования совместно с модулями react-component.

**Bluetooth**

Bluetooth это стандарт беспроводной связи на малых расстояниях между устройствами, определяет набор протоколов коммуникации а так же поддерживает до 24 Мбит / с скорость передачи данных. Современные версии стандарта имеют новый режим “Low Energy”. Bluetooth предоставляет все свои функции через пары ключ-значение GATT. Bluetooth позволяет определять роли, которые могут исполнять устройства. Периферийные устройства, могут получать соединения, а центральные устройства, могут подключаться к периферийным устройствам. Устройство, выступающее в какой-либо роли, может размещать GATT сервер, который дает доступ к службам, характеристикам и дескрипторам.

**Протокол GATT**

Generic Attribute Profile (GATT) это общая спецификация получения и отправки фрагментов данных, которые называются "атрибуты" через Bluetooth. Все современные Bluetooth профили приложений основаны на GATT. Разработчики определили профили для устройств, которые представляют собой определения того, как устройство работает в определенном приложении. Устройства имеют возможность реализовывать более одного профиля.

**Web Bluetooth**

Web Bluetooth это современная технология, API соединяющий Web с Интернетом Вещей. Web Bluetooth все еще находится на этапе разработки и проектирования но уже позволяет управлять любым устройством Bluetooth Low Energy непосредственно с ПК или смартфона без необходимости установки стороннего программного обеспечения. API, позволяет разработчикам создавать решение, работающее на мобильных и настольные платформах, что ускоряет разработку и приводит к более низким затратам.

Обработка ээг

Python нейросетка