

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа разработана в Центре дополнительного образования "Дом научной коллаборации им. А.А.Фридмана" в соответствии с приложением 1.2 к лицензии на ведение образовательной деятельности от 01.07.2016 г. № 2239 "Дополнительное образование детей и взрослых"

Разработчик:

Горынцев А.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и географии.

Аннотация

Еще не так давно коллаборация человека и машины считалась фантастикой. У современного поколения школьников возможности изучения человеко-машинного взаимодействия практически не ограничено. Программа "Нейробиология 2.0" имеет практикоориентированный характер, позволяет активизировать познавательную деятельность обучающихся в области физиологии и нейротехнологии, получить навыки самостоятельной исследовательской работы на современном оборудовании - учебной лаборатории BiTronicsLAB. Благодаря современному оборудованию обучающиеся могут изучать физиологию и нейротехнологию в сфере естественно-научного и инженерно-биологического направлений. Программный комплекс содержит сенсоры биосигналов, позволяющие создавать собственные человекомашинные интерфейсы управления. Занятия по программе позволяют обучающимся создать проекты на стыке физики, математики, биологии. Основной формой работы обучающихся является решение кейсов, практические пробы и экспериментальные опыты под руководством наставника. Все занятия строятся на выполнении обучающимися практической работы для осознанного понимания изучаемых физиологических процессов. Перед выполнением практической работы школьники знакомятся с теоретическим материалом, который описывает понятия и явления, изучаемые на данном занятии. Практическая работа включает в себя построение гипотезы, выполнение эксперимента, сбор и анализ экспериментальных данных, формулирование вывода, оценку практической значимости проекта. Работа над каждым заданием должна включать этап обсуждения целей и задач, а в конце – результатов работы.

Результатом работы обучающихся является самостоятельно спланированный и реализованный проект по нейробиологии с последующей групповой защитой.

Наполняемость групп: 10-12 человек.

Режим занятий: 3 академических часа в неделю.

1. Цель и задачи образовательной программы

Цель программы: вовлечение обучающихся в проектно-исследовательскую деятельность, формирование у них компетенций в области современных нейротехнологий.

Задачи программы:

Обучающие:

- Формирование у обучающихся необходимой базы теоретических знаний о физиологии и нейротехнологиях, изучение базовых понятий, общей терминологии;
- Ознакомление с основными принципами работы в учебной лаборатории BiTronicsLAB, техникой безопасности
- Обучение приемам работы с современным исследовательским оборудованием;
- Приобретение навыков самостоятельного поиска научных сведений в печатных и цифровых источниках и их последующего анализа;
- Формирование навыков самостоятельного получения и обработки биологических данных с помощью математических приемов, современного программного обеспечения и открытых ресурсов сети Internet;
- Приобретение навыков проектно-исследовательской деятельности, формирование и развитие творческих способностей обучающихся;
- Формирование навыков обобщения полученных сведений и представления научных данных в виде презентаций и докладов.

Развивающие:

- Формирование критического мышления, креативное мышления;
- Получение навыков эффективной коммуникации, кооперации;
- Расширение словарного запаса;
- Развитие памяти, внимания, мышления, изобретательности;
- Развитие алгоритмического мышления при выполнении сложных задач;

- Формирование интереса к биологическим и общим естественнонаучным знаниям;
- Формирование умения практического применения полученных знаний;
- Формирование представлений об ответственности за последствия применения тех или иных методов, понимания причинно-следственных связей в функционировании биосистем различного уровня сложности;
- Приобретения навыков знаково-символьного представления научной информации, визуализации, подбора иллюстративных материалов;
- Формирование навыков публичных выступлений с докладами, презентациями и т. п.;
 - Формирование умения формулировать, аргументировать и отстаивать своё мнение, вести научный спор.

Воспитательные:

- Воспитание аккуратности и дисциплинированности при выполнении работ различного назначения;
- Формирование положительной мотивации к трудовой деятельности, подкрепление положительного опыта;
- Способствование формированию опыта совместного и индивидуального интеллектуального творчества при выполнении командных заданий, культуры командной работы;
- Воспитание трудолюбия, уважения к труду;
- Формирование чувства коллективизма и взаимопомощи;
- Воспитание чувства патриотизма, гражданственности, гордости за отечественные достижения в области биологической науки.

Формы занятий:

- мастер-классы
- лабораторно-практические работы, в т.ч. эксперименты
- беседы
- решение кейсов
- проектирование

Методы, используемые на занятиях:

- проблемные (методы проблемного изложения)
- исследовательские - обучающиеся сами получают новые знания различными способами, в т.ч. эксперимент;
- практические (упражнения, задачи, с использованием профильного программного обеспечения);
 - словесные (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы, цифровых источников);
 - наглядные (демонстрация мультимедийных материалов, презентаций, схем и т.д.);
 - эвристические (частично-поисковые) — обучающимся предоставляется большая возможность выбора вариантов;
 - иллюстративно-объяснительные.

2. Прогнозируемые результаты и способы их проверки

Личностные результаты:

- Развитие самостоятельности суждений, независимости и нестандартности мышления;
- Умение критического восприятия информации и избирательности её восприятия;
- Осмысление мотивов своих действий;
- Развитие любознательности, сообразительности при выполнении разнообразных заданий проблемного и эвристического характера;
- Развитие внимательности, настойчивости, целеустремлённости, умения преодолевать трудности;
- Формирование коммуникативной компетентности в общении и сотрудничестве с другими обучающимися

- Освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах.

Метапредметные результаты:

Регулятивные универсальные учебные действия:

- Умение ставить задачу и формировать ее приоритет;
- Умение планировать последовательность шагов алгоритма для достижения цели;
- Умение ставить цель (создание творческой работы), планировать достижение этой цели;
- Умение осуществлять итоговый и пошаговый контроль по результату;
- Способность адекватно воспринимать оценку наставника и других обучающихся;
- Умение адекватно соотносить планируемые результаты деятельности и способы их достижения;
- Умение вносить коррективы в действия в случае расхождения результата решения задачи на основе её оценки и учёта характера сделанных ошибок;
- Способность проявлять познавательную инициативу в сотрудничестве;
- Умение решать проблемы творческого характера в различных ситуациях;
- Умение оценивать получающийся творческий продукт и соотносить его с изначальным замыслом, выполнять по необходимости коррекции либо продукта, либо замысла.

Познавательные универсальные учебные действия:

- Умение осуществлять поиск информации в индивидуальных информационных архивах обучающегося, информационной среде образовательного учреждения, федеральных хранилищах информационных образовательных ресурсов;
- Умение использовать средства информационных и коммуникационных технологий для решения коммуникативных, познавательных и творческих задач;
- Умение ориентироваться в разнообразии способов решения задач;
- Умение осуществлять анализ объектов с выделением существенных и несущественных признаков;
- Умение проводить сравнение, классификацию по заданным критериям;
- Умение строить логические рассуждения в форме связи простых суждений об объекте;
- Умение устанавливать аналогии, причинно-следственные связи;
- Умение моделировать, преобразовывать объект из чувственной формы в модель, где выделены существенные характеристики объекта (пространственно-графическая или знаково-символическая);
- Умение синтезировать, составлять целое из частей, в том числе самостоятельно достраивать с восполнением недостающих компонентов.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- Умение аргументировать свою точку зрения на выбор оснований и критериев при выделении признаков, сравнении и классификации объектов;
- Умение слушать собеседника и вести диалог;
- Признавать возможность существования различных точек зрения и право каждого иметь свою;
- Умение планировать учебное сотрудничество с наставником и другими обучающимися: определять цели, функции участников, способы взаимодействия;
- Умение осуществлять постановку вопросов: инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
- Умение разрешать конфликты: выявление, идентификация проблемы, поиск и оценка альтернативных способов разрешения конфликта, принятие решения и его реализация;
- Умение с достаточной полнотой и точностью выражать свои мысли в соответствии с задачами и условиями коммуникации;
- Владение монологической и диалогической формами речи.

Предметные результаты

- Знание о физиологии человека
- Владение биологической терминологией;
- Умение манипулировать базовыми биологическими понятиями в области физиологии и нейробиологии;
- Представление об организации исследовательской работы в цифровой лаборатории
- Владение техникой безопасности при работе с цифровыми лабораториями
- Навык работы с современным исследовательским оборудованием биологического профиля, знать области применения, характеристики исследовательских методов;
- Навык самостоятельного поиска научных сведений в печатных и цифровых литературных источниках и их последующего анализа, классификации, составления личного и коллективного архива тематической литературы;
- Навык самостоятельного получения и обработки биологических данных с помощью математических приемов, цифровых инструментов;
- Навык работы с современным программным обеспечением биологического профиля;
- Умение пользоваться открытыми информационными ресурсами сети Internet, базами данных;
- Умение организовывать проектно-исследовательскую деятельность;
- Умение применять творческие способности при решении нестандартных задач;
- Умение анализировать и обобщать полученные результаты, формулировать конкретные выводы;
- Владение приемами представления научных данных в виде знаково-символьных конструкций, визуализаций, информативных и удобных для восприятия;
- Умение грамотно подбирать и обрабатывать иллюстративный материал для представления результатов исследований;
- Навык публичных выступлений, докладов, обсуждений результатов работы, презентаций проектов.

Формы подведения итогов реализации программы

Подведение итогов реализуется в рамках защиты результатов проектов.

Формы демонстрации результатов обучения

Представление результатов образовательной деятельности проводится в форме публичной презентации командами реализованных проектов и последующей рефлексии.

3. Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Формы работы и оценки результата
		Всего	Теория	Прак тика	
1	Введение в программу «Нейробиология», формирование команд	3	2	1	Работа в группах. Выбор темы проектов.
2	Знакомство с учебной лабораторией BiTronicsLAB, обработка сигналов в программе.	3	1	2	Работа в группах.
3	Измерение артериального давления	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
4	Электромиография (сенсор ЭМГ)	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.

5	Электрокардиография (сенсор ЭКГ)	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
6	Пульсовые колебания фотоплетизмография (сенсор ФПГ)	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
7	Электроэнцефалография (сенсор ЭЭГ)	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
8	Кожно-гальваническая реакция (сенсор КГР)	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
9	Дыхание и движение грудной клетки (сенсор колебаний грудной клетки)	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
10	Нейротехнологии	6	2	4	Работа в группах. Проведение лабораторных и исследовательских работ.
11	Работа над проектами, подведение итогов исследований, составление презентаций	15	5	10	Работа в группах. Оформление презентации по проекту
12	Подведение итогов. Командная защита проектов. Рефлексия	3		3	Защита проектов, обсуждение результатов
	Всего:	72	24	48	

4. Календарный учебный график

Наименование компонента программы	Порядковые номера месяцев обучения						Всего часов
	1	2	3	4	5	6	
Введение в программу «Нейробиология», формирование команд	Л2П1						3
Знакомство с учебной лабораторией BiTronicsLAB, обработка сигналов в программе.	Л1П2						3
Измерение артериального давления	Л2П4						6
Электромиография (сенсор ЭМГ)		Л2П4					6
Электрокардиография (сенсор ЭКГ)		Л2П4					6
Пульсовые колебания фотоплетизмография (сенсор ФПГ)			Л2П4				6
Электроэнцефалография (сенсор ЭЭГ)			Л2П4				6

Кожно-гальваническая реакция (сенсор КГР)				Л2П4			6
Дыхание и движение грудной клетки (сенсор колебаний грудной клетки)				Л2П4			6
Нейротехнологии					Л2П4		6
Работа над проектами, подведение итогов исследований, составление презентаций					Л2П4	Л3П6	15
Подведение итогов. Командная защита проектов. Рефлексия						ПЗ	3
Всего:	12	12	12	12	12	12	72

5. Содержание тем программы

Тема 1. Введение в программу «Нейробиология».

Нейробиология — наука, изучающая устройство, функционирование, развитие, генетику, биохимию, физиологию и патологию нервной системы. Нейробиология тесно связана с физиологией человека, а также включает и изучение поведения человека. При помощи нейробиологии разрабатывают системы искусственного интеллекта, математические модели работы нервной системы и мозга. Прикладное использование нейробиологии в современном обществе – нейротехнологии. Возможности применения нейробиологии в современных условиях.

Учащиеся разбиваются на команды и знакомятся с достижениями в области нейробиологии. Выбирают тему проекта.

Тема 2. Знакомство с учебной лабораторией BiTronicsLAB, обработка сигналов в программе.

Обучающиеся знакомятся с учебной лабораторией BiTronicsLAB, осваивают процессы подключения приборов и обработку их сигналов.

Тема 3. Измерение артериального давления.

Артериальное давление. Подключение лабораторного тонометра AMD, измерение давления и пульса, сравнение различных вариантов.

Тема 4. Электромиография (сенсор ЭМГ).

Электромиография – метод диагностики, основанный на показателях биоэлектрической активности мышц. В основе исследования лежит способность мышечной ткани создавать электрическую активность при каждом сокращении. Одним из практических методов использования ЭМГ является интерфейс безмолвного доступа. Подключив сенсор ЭМГ обучающиеся проводят работы: «Сокращение мышечных волокон и сигнал ЭМГ», «Измерение скорости сенсомоторной реакции с помощью ЭМГ», «Изучение усталости мышц с помощью ЭМГ». В качестве заключения по теме проводятся исследовательские работы: «Электромиография и сила сокращения мышц», «Электромиография артикуляционных мышц и устройства безмолвного доступа».

Тема 5. Электрокардиография (сенсор ЭКГ).

Электрокардиография — методика регистрации и исследования электрических полей, образующихся при работе сердца. Изучив основные принципы работы с датчиком ЭКГ на лабораторных работах «Сокращения сердца и их отражение в ЭКГ», «Вариабельность сердечного ритма», «Влияние дыхания на нерегулярность сердечного ритма», обучающиеся проводят исследования по темам: «Электрокардиография и физическая нагрузка», «Оценка работы вегетативной нервной системы по ЭКГ».

Тема 6. Пульсовые колебания и фотоплетизмография (сенсор ФПГ).

Фотоплетизмография – методика измерения пульсовой волны, когда при помощи специального устройства регистрируются пульсовые волны (волны повышенного давления в сосудах) за счет изменения светопропускания тканей в зависимости от кровенаполнения крупных сосудов в течение сердечного цикла. Фотоплетизмография используется специалистами в терапевтической диагностике, сосудистой хирургии, кардиологии, эндокринологии и других областях и оценивает насыщение крови кислородом, уровень стресса, изменения сосудов при сахарном диабете, атеросклерозе, гипертензии, склонность к тромбозу и варикозному расширению вен.

Для практических работ используется сенсор ФПГ. Обучающиеся проводят лабораторные работы: «Способы подсчета частоты пульса», «Пульсовая волна и сигнал ФПГ», «Измерение артериального давления методом Короткова», а также исследовательскую работу «Определение средней скорости распространения пульсовой волны»

Тема 7. Электроэнцефалография (сенсор ЭЭГ).

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – высокоинформативный метод диагностики состояния нервной системы, основанный на регистрации биоэлектрических потенциалов коры головного мозга (ГМ) в процессе его жизнедеятельности. Для оценки состояния нервной системы и мозговой деятельности обучающиеся проводят лабораторные работы «Ритмы мозга и спектральный анализ ЭЭГ», «Артефакты от сокращения мышц в ЭЭГ», «Нажатие на кнопку и субъективное восприятие времени». В качестве исследовательских работ запланированы: «Исследование альфа и бета-ритмов электроэнцефалограммы», «Влияние музыки на ритмы электроэнцефалограммы», «Поиск электрического диполя по ЭЭГ»

Тема 8. Кожно-гальваническая реакция (сенсор КГР)

Кожно-гальваническая реакция (КГР) — биоэлектрическая реакция, которая регистрируется с поверхности кожи, показатель активности вегетативной нервной системы, широко применяемый в психофизиологии. Для изучения КГР проводятся лабораторные работы «Динамика кожно-гальванической реакции», «Влажность кожных покровов и кожно-гальваническая реакция», «Кожно-гальваническая реакция и автономная нервная система». Исследовательская работа «Полиграфия и определение психоэмоционального состояния человека».

Тема 9. Дыхание и движение грудной клетки (сенсор колебаний грудной клетки).

Основные закономерности движения грудной клетки при дыхании учащиеся наблюдают при проведении лабораторной работы «Разные виды дыхания и регистрация дыхательных движений». Для закрепления информации проводятся исследовательские работы «Определение частоты дыхания и физическая нагрузка», «Взаимосвязь различных систем организма человека», «Функциональные пробы с задержкой дыхания и их влияние на сердечнососудистую систему».

Тема 10. Нейротехнологии.

Прикладное использование нейробиологии в современном обществе – нейротехнологии. Человеко-машинное взаимодействие. Инженерно-биологическое направление исследований. Подготовка проектов к защите, апробация результатов, обсуждение в группах.

6. Условия реализации программы

Кадровые условия реализации программы

Программа реализуется силами кафедр и подразделений университета, обладающими необходимыми и достаточными кадровыми ресурсами

Требования к кадровым ресурсам:

- знание возрастной педагогики и психологии;

- опыт работы с детьми;
- опыт реализации и управления проектами;
- знание современных средств оценивания;
- непрерывность профессионального развития педагога.

Компетенции педагогического работника, реализующего дополнительную образовательную программу:

- обеспечивать условия для успешной деятельности, позитивной мотивации, а также самомотивирования обучающихся;
- осуществлять самостоятельный поиск и анализ информации с помощью современных информационно-поисковых технологий;
- организовывать и сопровождать учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся, выполнение ими группового проекта;
- уметь интерпретировать результаты достижений обучающихся;
- ориентироваться в современных биологических методах исследования;
- иметь навыки работы с современным лабораторным оборудованием;
- владеть общими навыками лабораторных исследований;
- уметь работать с типовым программным обеспечением для биологических исследований и математических расчетов.
- иметь навыки работы с культурами микроорганизмов;
- иметь представление о технике безопасности при работе в лабораториях микробиологии, молекулярной биологии, молекулярной генетики.
- иметь навыки работы с инфографикой.

Материально-технические условия реализации программы Аппаратное и техническое обеспечение

Учебно-лабораторный комплекс для изучения нейротехнологий на уроке биологии в 8—11 классах "Цифровая лаборатория в области нейротехнологий. Практикум по биологии BiTronics Lab", в комплектации:

1. Сенсор ЭМГ
 2. Сенсор ФПГ
 3. Сенсор ЭЭГ
 4. Сенсор КГР
 5. Сенсор дыхания
 6. Сенсор ЭКГ
 7. Сенсор Button для разметки данных
 8. Центральный модуль
 9. Устройство для регистрации артериального давления
 10. Флешка с ПО и методическими материалами
 11. Учебно-методическое пособие
- Ноутбуки для педагога и обучающихся
Проектор, экран (или интерактивная панель)

Программное обеспечение:

№	Наименование	Назначение	Особенности распространения
1.	BiTronics Studio	Визуализатор сигналов	Свободно распространяемая с оборудованием

7. Примеры проектных кейсов, направленных на освоение тем программы.

Кейс 1. Головной мозг и зрительная активность «Синхронизация ЭЭГ при закрытии глаз. Исследование α - и β -ритмов»

В кейсе проектные команды будут исследовать активность головного мозга. Обучающиеся измеряют активность головного мозга с открытыми и закрытыми глазами, а затем сравнят результаты и обсудят изменения в работе мозга. В конце кейса обучающиеся создадут устройство, управляемое мозговой активностью.

Задание

Необходимо создать устройство, которым можно управлять с помощью мозговой активности. По доли α -ритма в сигнале ЭЭГ можно судить о степени расслабления человека. Чем больше в сигнале α -ритма, тем он более расслаблен. Зная этот параметр, можно включать или выключать различные устройства в зависимости от состояния человека. Например, если водитель засыпает за рулем, то нужно остановить его нужно разбудить включением звонка при превышении параметром определённого порога. Необходимо создать устройство, которое будет останавливать автомобиль и будить заснувшего водителя. Остановку автомобиля можно показать с помощью спидометра (скорость будет падать до нуля). Будить водителя можно с помощью звуковых сигналов (например, проиграть аудиофайл со звуком сирены) и световых сигналов (включить мигающую подсветку клавиш блока EV3).

Результаты работы над кейсом

Обучающиеся должны приобрести следующие знания и умения:

- понимание, что основой нервной системы человека является нейрон, который передает импульсы между органами тела;
- знание того, что разные области мозга отвечают за разные функции;
- понимание основных принципов работы электроэнцефалографа;
- знакомство с модулем ЭЭГ;
- общее представление об электрической активности головного мозга и ритмах электроэнцефалограммы.

Предметные области

- Нервная система: центральная и периферическая, соматическая и вегетативная.
- Нейроны, нервы, нервные узлы.
- Спинной мозг. Головной мозг. Большие полушария головного мозга.
- Органы чувств и их значение в жизни человека. Сенсорные системы, их строение и функции.
- Глаз и зрение.

Предварительное обсуждение. Изучаются следующие разделы теоретического материала:

- «Нейроны и передача сигналов»
- «Головной мозг»
- «Электроэнцефалография. Ритмы ЭЭГ»

Обсуждается строение нейронов и принцип передачи сигналов в нервной системе. Предлагается ответить на следующие вопросы:

- Какова будет амплитуда и частота сигнала при открытых глазах? Почему?

При открытых глазах будет наблюдаться высокочастотная низкоамплитудная ЭЭГ, поскольку человек напряжен, зрительная кора обрабатывает большое количество разнородной зрительной информации, нейроны работают хаотично с большой частотой.

- Какова будет амплитуда и частота сигнала, когда вы закроете глаза и расслабитесь?

При закрытых глазах зрительная информация становится однородной, человек расслабляется и нейроны начинают работать синхронно с близкими частотами, поэтому сигнал имеет большую амплитуду и низкую частоту.

Основные понятия:

Нервная система, нейрон, глаз, электроэнцефалограмма

Подготовка эксперимента

1. Подключите Центральный модуль BiTronics NeuroLab к порту 1 блока EV3.
 2. Подключите модуль ЭЭГ к Центральному модулю BiTronics NeuroLab с помощью красного соединительного провода.
 3. Закрепите модуль ЭЭГ на голове так, чтобы сигнальные электроды располагались на затылке, а опорный электрод-прищепку прикрепите к мочке уха.
 4. Включите блок EV3. Проверьте показания модуля ЭЭГ. Во вкладке «Port view» выберите порт 1 и тип сигнала «EEG». Показания модуля ЭЭГ должны быть положительными.
- Проверьте результат каждого шага подготовки:
- После шага 2: все элементы системы регистрации соединены между собой.
- После шага 4: модуль ЭЭГ надёжно закреплён на голове и имеется надёжный контакт между электродами и кожей.
- После шага 5: модуль EV3 настроен на считывание и обработку сигналов от модуля ЭЭГ. Показания модуля ЭЭГ положительны.

Возможные ошибки

Штекеры не до конца вставлены в разъемы.

- Плохой электрический контакт из-за большого числа волос между модулем и кожей.
- Модуль ЭЭГ закреплён не в том месте.
- Слабое крепление модуля на теле: ремешок может растянуться в процессе экспериментов.
- При надевании модуля штекеры вышли из разъёмов.

Экспериментальные измерения

Для определения амплитуды сигнала ЭЭГ необходимо с помощью инструмента «Анализ» выделить участок ЭЭГ, и определить стандартное отклонение сигнала относительно среднего значения.

Процедура эксперимента для обучающихся:

1. Сядьте на стул и расслабьтесь.
2. Запустите эксперимент. Во время эксперимента постарайтесь не двигать головой и не закрывать глаза на продолжительное время.
3. Определите амплитуду сигнала ЭЭГ. Для этого с помощью инструмента «Анализ» определите стандартное отклонение графика во время последних 10 секунд эксперимента. Запишите полученное значение в таблицу.
4. Повторите эксперимент с закрытыми глазами.

Тип эксперимента	Амплитуда сигнала
Эксперимент с открытыми глазами	
Эксперимент с закрытыми глазами	

Возможные ошибки

Глаза закрыты не полностью. • Обучающийся не расслабился. • Для определения амплитуды выбран сегмент ЭЭГ с сильно изменяющейся амплитудой. • При проведении измерений обучающийся двигал головой, из-за чего возникли артефакты ЭМГ.

Анализ экспериментальных данных

Обсуждаются полученные сигналы ЭЭГ и их отличия. Обсуждаются особенности α - и β -ритмов.

Когда глаза открыты, мы наблюдаем высокочастотную и низкоамплитудную ЭЭГ, поскольку в этом случае человек напряжен, зрительная кора обрабатывает большое количество разнородной зрительной информации, нейроны работают хаотично с большой частотой. Такой тип сигнала ЭЭГ называется десинхронизованным и представлен в большей части β -ритмом.

Когда глаза закрыты, человек не получает зрительную информацию, человек расслабляется, и нейроны начинают работать синхронно с близкими частотами, поэтому сигнал имеет большую амплитуду и низкую частоту. Такой тип сигнала ЭЭГ называется синхронизованным и является α -ритмом

8. Перечень информационных ресурсов и рекомендуемой литературы

1. <https://bitronicslab.com/guide>
2. Батуев А.С. Нейрофизиология коры головного мозга: Модульный принцип организации. - Л., 1989.-216 с.
3. Беляков, В.И. Основы физиологии нейротрансмиттерных систем: учеб. пособие / В.И. Беляков; Федеральное агентство по образованию. — Самара: Изд-во «Самарский университет», 2008
4. Бехтерева Н.П. Магия мозга и лабиринты жизни / Н.П. Бехтерева. — доп. изд. — Москва: Издательство АСТ, 2018 Каменская М.А, Каменский А.А. Основы нейробиологии /Учебное пособие.- М.: Дрофа, 2014
5. Ботвич Т.А. Нейробиология Учебное пособие. — Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2015
6. Атлас «Нервная система человека. Строение и нарушения». Под редакцией В.М.Астапова и Ю.В. Микадзе. 4-е издание, перераб. и доп. — М.: ПЕР СЭ, 2004
7. Гринфилд, С. Путешествие в тайны разума: этот загадоч. человек. мозг: [пер. с англ.] / С. Гринфилд.— Москва : Мир книги, 2006.
8. Дубынин В. А. Мозг и его потребности. От питания до признания / В.А.Дубынин— Альпина Диджитал, 2020
9. Казанцева, Ася. Мозг материален. О пользе томографа, транскраниального стимулятора и клеток улитки для понимания человеческого поведения / Ася Казанцева. — Москва : Издательство АСТ : CORPUS, 2019
10. Куфлер С., Никольс Дж. От нейрона к мозгу. - М.:Наука, 1979
11. Мозг, познание, разум: введение в когнитивные нейронауки [Электронный ресурс] : в 2 ч. Ч. 1 / под ред. Б. Баарса, Н. Гейдж; пер. с англ. под ред. проф. В. В. Шульговского. — Эл. изд. — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 552 с.). —М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014
12. Николлс Джон, Мартин Роберт, Валлас Брюс, Фукс Пол От нейрона к мозгу / Пер. с англ. П. М. Балабана, А.В.Галкина, Р. А. Гиниатуллина, Р.Н.Хазипова, Л.С.Хируга. — М.: Едиториал УРСС, 2003.
13. Пинкер Стивен. Как работает мозг/Пер. с англ. О.Ю.Семиной. - М.: Кучково поле, 2017
14. Хомская Е. Д. Нейропсихология: 4-е издание. — СПб.: Питер, 2005.
15. Хухо Ф. Нейрохимия: основы и принципы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1990
16. Шепард Г. Нейробиология: в 2 т./пер. с англ. - М.:Мир, 1987
17. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В.В.Шульговский. — 3-е изд., перераб. — М. : Издательский центр «Академия», 2014
18. Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В.Шульговский. — 2-е изд., испр. и доп.- М.: Издательский центр "Академия", 2008