**муниципальное автономное общеобразовательное учреждение**

**города Ростова-на-Дону «Школа № 60 имени пятого гвардейского Донского казачьего кавалерийского Краснознаменного Будапештского корпуса»**

**(МАОУ «Школа № 60»)**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| СОГЛАСОВАНО  Протокол заседания методического совета МАОУ «Школа № 60»  от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_  \_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись руководителя МС Ф.И.О. | СОГЛАСОВАНО  Заместитель директора  МАОУ «Школа № 60»  \_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  подпись Ф.И.О.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | УТВЕРЖДАЮ  Директор МАОУ «Школа № 60»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В. Вихтоденко  Приказ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_ |

**Рабочая программа**

по внеурочной деятельности

«ОСНОВЫ НЕЙРОТЕХНОЛОГИЙ И НЕЙРОМОДЕЛИРОВАНИЯ»

Уровень общего образования (класс)

Основное и среднее общее образование\_\_\_\_\_\_9-10

(начальное общее, основное общее, среднее общее образование с указанием класса)

Количество часов 2 часа в неделю

Учитель: Чубарьян Г.З.

|  |
| --- |
| Внесены изменения в соответствии с приказом от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_\_\_ |

Ростов-на-Дону

2023

**Пояснительная записка**

В современном обществе идет процесс активного освоения нейротехнологий, которые представляют основу глобального технологического развития. Понимание устройства и принципов работы головного мозга человека – одна из главных проблем мировой науки. Согласно Национальной технологической инициативе – программе мер по формированию новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства России к 2035 году – развитие нейротехнологий становится на ближайшие 15 лет одним из приоритетов государственной политики РФ. Уже сегодня областями, где нейроразработки находят практическое применение, являются медицина (кохлеарные импланты – электронные устройства, возвращающие слух, протезы); военное дело (управление сложной техникой, включая дистанционное управление боевыми роботами); индустрия развлечений (создание нейроигр).

Программа заключается в знакомстве обучающихся с современными технологиями, приемами и способами работы с современным нейротехнологическим оборудованием, позволяющим исследовать и моделировать различные объекты и системы.

Данная Программа позволяет обучающимся познакомиться с основами нейротехнологий не только через теоретическое изучение, но, прежде всего, через практическую работу с приборами, улавливающими биосигналы человеческого тела и способными обрабатывать и трансформировать полученные данные в информацию для дальнейшего использования. В Программе используется набор-конструктор «Юный нейромоделист», Учебная лаборатория по нейротехнологиям, Учебно-демонстрационный комплекс человеко-машинного взаимодействия, Учебный комплекс изучения инженерно-биологических систем BiTronics Lab. Данное оборудование позволяет считывать и визуализировать биосигналы человека посредством электромиограммы, электроэнцефалограммы, кожногальванической реакции пульса, благодаря этому у обучающихся есть возможность заниматься проектной работой в области медицины и инженерии.

Программа рассчитана на обучающихся с 9-10 классов, проявляющие интерес к математике, биологии и техническому творчеству.

Наполняемость группы – 10-12 человек.

Настоящая программа рассчитана на 68 часов по 2 часа в неделю. Программа позволяет удовлетворить образовательную потребность школьников в основах программирования микроконтроллеров и создании человеко-машинных интерфейсов, попробовать себя в реализации индивидуальных и общих проектов, мечтающих о профессиях, связанных с нейротехнологиями.

**Цель программы.**

Создание условий для развития инженерно-технических способностей, обучающихся через изучение нейротехнологий, программирования, электроники.

**Задачи программы:**

***Образовательные:***

1. ознакомить с историей развития отечественной и мировой техники, ее создателях, о различных направлениях изучения нейротехнологий, программирования;
2. формировать целостную научную картину мира;
3. обучать эффективной работе с технической литературой, интернет источниками;
4. ознакомить с основными принципами работы нейрокомпьютерных интерфейсов;
5. формировать представления об основах электроники; обучать основам программирования.
6. подготовка учащихся к олимпиадам и конкурсам по программированию.

***Развивающие:***

1. развивать инженерное мышление, изобретательность, образное и пространственное восприятие;
2. развивать мыслительные, творческие, коммуникативные способности обучающихся;
3. развивать интерес к техническим знаниям;
4. развивать интеллектуальные и практические умения, самостоятельно приобретать и применять на практике полученные знания;
5. развивать умение осознанно ставить перед собой конкретную задачу и добиваться её выполнения.
6. повышение уровня знаний, обучающихся в области математики, биологии и информатики.

***Воспитательные:***

1. воспитывать устойчивый интерес к нейротехнологиям;
2. воспитывать информационную культуру как составляющую общей культуры современного человека;
3. формировать потребность в творческой деятельности, стремление к самовыражению через техническое творчество;
4. формировать новаторское отношение ко всем сферам жизнедеятельности человека.
5. воспитание стремления к саморазвитию;
6. воспитание личной и командной ответственности за результаты своей работы.

**Планируемые результаты освоения учебного курса**

Программа нацелена на формирование умений фиксировать информацию об окружающем мире; искать, анализировать, критически оценивать, отбирать информацию; организовывать информацию; передавать информацию; проектировать объекты и процессы, планировать свои действия; создавать, реализовывать и корректировать планы.

***знать/понимать:***

* технику безопасности и требования, предъявляемые к организации рабочего места;
* терминологию нейромоделирования;
* оборудование и инструменты, используемые в области нейротехнологий;
* основные сферы применения нейротехнологий;
* основные направления развития нейротехнологий;
* основы нейробиологии и нейрофармтехнологии;
* основные принципы работы нейрокомпьютерных интерфейсов;
* основные принципы работы электронных схем и систем управления объектами;
* основы электроники и программирования микроконтроллеров для решения задач из области нейротехнологий;
* основы прикладной математики и программирования человекомашинных интерфейсов;
* основы робототехники и управления роботами с помощью нейроинтерфейсов и датчиков видеосигналов;

***уметь:***

* пользоваться инструментами и оборудованием, используемыми в области нейромоделирования;
* грамотно использовать технические термины;
* составлять простые программы для решения задач из области нейротехнологий;
* читать технические рисунки, эскизы, чертежи, схемы;
* конструировать простейшие электронные схемы, использующие интерфейс «мозг-компьютер»;
* разрабатывать простейшие системы с использованием электронных компонентов и нейрокомпьютерных интерфейсов;
* программировать человеко-машинные интерфейсы;
* управлять роботами с помощью нейроинтерфейсов и датчиков биосигналов.

***использовать программирование микроконтроллеров в практической деятельности и в повседневной жизни:***

* при выполнении индивидуальных и коллективных проектов в учебной деятельности;
* в дальнейшем освоении профессий;
* организации индивидуального информационного пространства, создания личных коллекций информационных объектов.

**Межпредметные связи**

Программа нацелена на формирование умений фиксировать информацию об окружающем мире; искать, анализировать, критически оценивать, отбирать информацию; организовывать информацию; передавать информацию; проектировать объекты и процессы, планировать свои действия; создавать, реализовывать и корректировать планы. Все эти навыки необходимы при изучении любого курса по любому предмету школьной и высшей ступени образования.

**Формы работы.**

Программа предусматривает самые разнообразные формы работы в зависимости от тематики:

* групповая (лекции и практические занятия)
* индивидуальная (проекты)
* комбинированная (консультации)
* On-line тестирование для оценки уровня освоения программного материала.

**Учебный (тематический) план**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Названия раздела/темы** | **Количество часов** | | |
| **Всего** | **Теория** | **Практика** |
| **1.** | **Основы нейротехнологий** | **2** | **1** | **1** |
| 1.1. | Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и охране труда | 1 | 1 | - |
| 1.2. | Современные нейронауки. Значение нейронаук в медицине и научных исследованиях | 1 | 1 | 1 |
| **2.** | **Электромиография в современной нейротехнологии** | **4** | **2** | **2** |
| 2.1. | Опорно-двигательный аппарат и мышечный каркас человека. Строение и функции мускулатуры | 1 | 1 | 0 |
| 2.2. | Метод электромиографии в исследовании опорно-двигательного аппарата и работы мышц. Расшифровка электромиограммы | 3 | 1 | 2 |
| **3.** | **Электроэнцефалография в современной нейротехнологии** | **4** | **2** | **2** |
| 3.1. | Головной мозг. Отделы мозга человека. Функции коры головного мозга и глубинные мозговые структуры. Зрение | 1 | 1 | 0 |
| 3.2. | Метод электроэнцефалографии в исследовании работы головного мозга и центральной нервной системы. Расшифровка электроэнцефалограммы | 3 | 1 | 2 |
| **4.** | **Фотоплетизмография в современной нейротехнологии** | **4** | **2** | **2** |
| 4.1. | Периферическая гемодинамика (пульс) | 1 | 1 | 0 |
| 4.2. | Метод фотоплетизмографии в исследовании периферической гемодинамики и работы сердечных циклов. Расшифровка фотоплетизмограммы | 3 | 1 | 2 |
| **5.** | **Электрокардиография в современной нейротехнологии** | **4** | **2** | **2** |
| 5.1. | Анатомическое строение сердца. Физиология сердечной деятельности | 1 | 1 | 0 |
| 5.2. | Метод электрокардиографии в исследовании работы сердца и пульсации сердечной мышцы. Расшифровка электрокардиограммы | 3 | 1 | 2 |
| **6.** | **Диагностика электрической активности кожи в современной нейротехнологии** | **4** | **2** | **2** |
| 6.1. | Активность вегетативной нервной системы, широко применяемая в психофизиологии. Строение и функции кожи | 1 | 1 | 0 |
| 6.2. | Метод диагностики кожно-гальванической реакции (КГР) в исследовании активности вегетативной нервной системы. Расшифровка диаграммы кожно-гальванической реакции | 3 | 1 | 2 |
| **7.** | **Платформа Arduino** | **4** | **2** | **2** |
| 7.1. | Введение в Arduino | 2 | 1 | 1 |
| 7.2. | Работа с Arduino IDE | 2 | 1 | 1 |
| **8.** | **Программирование в Arduino IDE** | **12** | **5** | **7** |
| 8.1. | Синтаксис и программа кода | 2 | 1 | 1 |
| 8.2. | Типы данных и переменные | 1 | 1 | 0 |
| 8.3. | Математические операции. Массивы | 3 | 1 | 2 |
| 8.4. | Сравнения, условия и выбор. Циклы. Строки и массивы символов | 3 | 1 | 2 |
| 8.5. | Функции. Объекты и классы | 3 | 1 | 2 |
| **9.** | **Проектная работа** | **28** | **3** | **25** |
| 9.1. | Создание индивидуального проекта на основе наборов BiTronics Lab | 2 | 1 | 1 |
| 9.2. | Выполнение проектной работы, оформление, подготовка к защите | 26 | 2 | 24 |
| **10.** | **Итоговое занятие.** Защита проекта | **2** | - | **2** |
|  | **ИТОГО** | **68** | **46** | **98** |

**Содержание учебного (тематического) плана**

**Раздел 1. Основы нейротехнологий**

***Тема 1.1. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности и охране труда***

Значение техники в жизни человека. Техническое моделирование, нейроинтерфейсы, нейроуправление, технологии машинного обучения. Знакомство с планом работы на учебный год, целями и задачами. Правила поведения на занятиях и во время перерыва. Инструктаж по технике безопасности.

***Тема 1.2. Современные нейронауки. Значение нейронаук в медицине и научных исследованиях***

Нейронауки, их основные направления и характеристики. Примеры использования нейровизуализации с машинными интерфейсами (мозгкомпьютер-интерфейс). Знакомство с основными понятиями и терминами – нейротехнологии, биосигналы, нейросигналы, человеко-машинные интерфейсы.

Знакомство с набором-конструктором «Юный нейромоделист» и другим учебным оборудованием компании BiTronicsLab. Модули набора-конструктора.

**Раздел 2. Электромиография в современной нейротехнологии**

***Тема 2.1. Опорно-двигательный аппарат и мышечный каркас человека. Строение и функции мускулатуры***

Скелет человека. Отделы позвоночника. Функции двигательного аппарата. Виды мышц. Строение мышц человека. Функции мышц человеческого организма. Напряжение мышц. Усталость мышц.

***Тема 2.2.*** ***Метод электромиографии в исследовании опорнодвигательного аппарата и работы мышц. Расшифровка электромиограммы***

Электромиография. Электроактивность мышцы при нормальной работе её элементов. Изучение метода исследования биоэлектрических потенциалов, возникающих в скелетных мышцах человека при возбуждении мышечных волокон: природа сигнала, способы считывания электромиографии, варианты применения. Изучение принципов работы датчиков электрической активности мышц. Зависимость амплитуды ЭМГ-сигнала от силы сокращения мышцы.

Работа с наборамим BiTronicsLab, модулем ЭМГ/ЭКГ. Измерение разности потенциалов, возникающей в мышце при ее сокращении или расслаблении; расшифровка электромиограммы.

**Раздел 3. Электроэнцефалография в современной нейротехнологии**

***Тема 3.1.* *Головной мозг. Отделы мозга человека. Функции коры головного мозга и глубинные мозговые структуры. Зрение***

Строение головного мозга человека. Основные нервные процессы и взаимодействие отделов нервной системы друг с другом. Представление об основах физиологии нервной ткани и центральной нервной системы человека. Представление о принципах системной организации функций мозга. Общая характеристика нервной системы. Составляющие нервной системы. Основные функции нервной системы. Функциональное деление нервной системы. Центральная и периферическая нервная система (симпатическая, парасимпатическая) – состав. Значение модуля мозговой активности в области нейротехнологий. Мозговые волны. Органы чувств и их значение в жизни человека. Сенсорные системы, их строение и функции. Глаз и зрение.

***Тема 3.2.* *Метод электроэнцефалографии в исследовании работы головного мозга и центральной нервной системы. Расшифровка электроэнцефалограммы***

Техника и методики электроэнцефалографии. Биоэлектрическая активность здорового и больного мозга человека. Электроды, используемые при регистрации ЭЭГ. Синхронизация потенциалов мозга. Изучение электроэнцефалограммы – суммарной электрической активности мозга: природа сигнала, способы считывания, варианты применения. Артефакты ЭЭГ Электроокулография (ЭОГ).

Работа с наборами BiTronicsLab, модулем ЭЭГ. Исследование глазных мышц и наружного слоя сетчатки благодаря изменениям биопотенциалов во время движения глаза (открытие/закрытие).Самостоятельное проведение электроэнцефалографии, с помощью сигнальных и опорного электродов. Исследование реакции мозга на действие раздражителей.

**Раздел 4. Фотоплетизмография в современной нейротехнологии**

***Тема 4.1.*** ***Периферическая гемодинамика (пульс)***

Понятие пульса человека. Виды пульса. Кровяное давление. Периоды и фазы сердечного цикла. История пульсовой диагностики.

***Тема 4.2.* *Метод фотоплетизмографии в исследовании периферической гемодинамики и работы сердечных циклов. Расшифровка фотоплетизмограммы***

Описание методики фотоплетизмографии. Вариабельность сердечного ритма. Изучение принципов работы оптического датчика пульса. Критерии оценки фотоплетизмограмм. Изучение фотоплетизмограммы, методом исследования динамики кровенаполнения сосудов, основанном на измерении оптической плотности.

Работа с наборами BiTronicsLab, модулем Пульс – оптический плетизмограф. Исследование сосудистого тонуса и кровотока в сосудах мелкого калибра с помощью графической регистрации пульсовых и более медленных колебаний объема какой-либо части тела, связанных с динамикой кровенаполнения сосудов.

**Раздел 5. Электрокардиография в современной нейротехнологии**

***Тема 5.1.* *Анатомическое строение сердца. Физиология сердечной деятельности***

Строение сердца человека. Нервная регуляция работы сердца. Организация системы вегетативной регуляции кровообращения. Большой и малый круги кровообращения. Артериальная и венозная кровь.

***Тема 5.2.*** ***Метод электрокардиографии в исследовании работы сердца и пульсации сердечной мышцы. Расшифровка электрокардиограммы***

Исследование работы сердца и пульсации сердечной мышцы. Методики регистрации и исследования электрических сигналов, образующихся при работе сердца. Понимание нормы показателей электрокардиограммы и отклонений от нормы. Изучение электрокардиограммы: природа сигнала, способы считывания.

Работа с наборами BiTronicsLab, модулем ЭМГ/ЭКГ. Измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС). Изменение ЧСС под влиянием физической нагрузки.

**Раздел 6. Диагностика электрической активности кожи в современной нейротехнологии**

***Тема 6.1.* *Активность вегетативной нервной системы, широко применяемая в психофизиологии. Строение и функции кожи***

Строение и функции кожи. Кожа как орган чувств. Рецептивные поля кожи.

***Тема 6.2.* *Метод диагностики кожно-гальванической реакции (КГР) в исследовании активности вегетативной нервной системы. Расшифровка диаграммы кожно-гальванической реакции***

Кожно-гальваническая реакция. Величины сопротивления поверхности кожи. Показатели функционального состояния ЦНС.

Психогальванический рефлекс. Потовые железы. Генотип и среда как факторы индивидуальной изменчивости КГР человека. КГР в состоянии покоя. КГР при ориентировочной и оборонительной реакциях. Исследования невропатолога К. Фере. Два главных метода регистрации КГР: экзосоматический и эндосоматический.

Работа с наборами BiTronicsLab, модулем КГР. Диагностика изменений КГР в расслабленном и стрессовом состоянии. Выполнение упражнения «Детектор лжи».

# Раздел 7. Платформа Arduino

***Тема 7.1. Введение в Arduino***

О платформе Arduino. Железо. Загрузка прошивки. Софт. Модели Arduino. Программирование.Arduino IDE. Язык программирования С++. Библиотека Arduino.h. Хейтеры платформы. Интерфейсы: UART, I2C, SPI и др. Аналоговый сигнал. Пины GPIO. Интерфейс. ADC (АЦП аналогово-цифровой преобразователь). UART (интерфейс связи). Выводы таймеров (ШИМ пины). SPI (интерфейс связи) – SS, MOSI, MISO, SCK. I2C (интерфейс связи) – SDA, SCL.

INT (аппаратные прерывания). Другие пины. Питание от USB. Питание от Vin.

Питание в 5V. Автоматический выбор источника. Питание «мощных» схем. Автономное питание. Arduino как источник питания. Помехи и защита от них.

Установка в компьютере пакета JRE (Java) и среды разработки Arduino IDE. Настройка драйверов.

***Тема 7.2. Работа с Arduino IDE***

Arduino IDE. Интерфейс. Проверить – компиляция (сборка, проверка на ошибки) кода без его загрузки в плату. Загрузить – компиляция и загрузка прошивки в плату. Создать/открыть/сохранить. Монитор порта – кнопка, открывающая монитор последовательного пора для общения с платой. Меню вкладок – работа с вкладками. Текущее состояние – выводится краткая информация о последнем действии. Лог работы – выводятся все системные сообщения, отчёты об ошибках и размере скомпилированного кода. Конфигурация оборудования – выводится название выбранной платы, версии микроконтроллера и номер выбранного COM порта. Меню. Вкладка «Файл». Окно настроек. Вкладка «Правка». Вкладка «Скетч». Вкладка «Инструменты».

Загрузка первой прошивки.

**Раздел 8. Программирование в Arduino IDE**

***Тема 8.1. Синтаксис и программа кода***

Синтаксис. Оформление. Форматирование. Имена переменных. Структура кода. Подключение библиотек и файлов. Типы памяти микроконтроллера. Двоичная система. Другие системы исчисления. Переменные. Объявление и инициализация переменных. Преобразование типов. Преобразование\_cast (Pro). Константы. Область видимости: глобальная, локальная, формальная (параметр). Структуры (Pro). Вложенные структуры. Перечисления (Pro). Пользовательские типы (Pro). Пространство имен (Pro). Спецификаторы (Pro).

Выполнение практических заданий для закрепления, изученной темы.

***Тема 8.2. Типы данных и переменные***

Типы памяти микроконтроллера. Двоичная система. Другие системы исчисления. Переменные. Объявление и инициализация переменных. Преобразование типов. Преобразование\_cast (Pro). Константы. Область видимости: глобальная, локальная, формальная (параметр). Структуры (Pro). Вложенные структуры. Перечисления (Pro). Пользовательские типы (Pro).

Пространство имен (Pro). Спецификаторы (Pro).

Выполнение практических заданий для закрепления, изученной темы.

***Тема 8.3. Математические операции. Массивы***

Математические действия. Порядок вычислений. Скорость вычислений. Переполнение переменной. Особенность больших вычислений. Особенность работы с float. Список математических функций. Объявление массива. Обращение к элементам. Многомерные массивы.

Выполнение практических заданий для закрепления, изученной темы.

***Тема 8.4. Сравнения, условия и выбор. Циклы. Строки и массивы символов***

Сравнение **float**. Условный оператор **if**. Особенность **boolean**.

Порядок условий. Тернарный оператор. Оператор выбора. Условные директивы **#if #else**. Цикл **for**. Оператор **break**. Оператор **continue**. Цикл **while**. Цикл **do** **while**. Текстовые данные в Arduino. **String**-строки. Инструменты для **String**. Длина строки. Меры предосторожности. Массивы символов. Длина строки **char** **array**. Массив строк. **F() macro**. Экономия памяти. Инструменты для **char array**.

Выполнение практических заданий для закрепления, изученной темы.

***Тема 8.5. Функции. Объекты и классы***

Функция: определение и назначение. Функция, которая ничего не принимает и ничего не возвращает. Функция, которая ничего не принимает и возвращает результат. Функция, которая принимает параметры и возвращает результат. Перегруженные функции. Описание (прототип) функции. Реализация функции. Передача массива в функцию **(Pro)**. Другие типы функций **(Pro)**. Шаблонные функции. Макрофункции. Встроенные функции. Статические функции. Указатель на функцию **(Pro)**. Класс. Внутри класса. Пишем класс. Статические члены класса. Деструктор.

Выполнение практических заданий для закрепления, изученной темы.

**Раздел 9. Проектная работа**

***Тема 9.1.* Создание индивидуального проекта на основе наборов BiTronics Lab.**

Проектирование исследований, постановка целей, задач, подготовка оборудования, составление алгоритма выполнения проекта.

***Тема 9.2.*** Выполнение проектной работы, оформление, подготовка к защите***.***

**Раздел 10. Итоговое занятие. Защита проекта**