

# Нейролаборатория ViTronics NeuroLab



На платформе

**LEGO® MINDSTORMS® Education EV3**

## Книга для учителя



**ViTronics**LAB



# Введение

Одна из основных проблем освоения школьного курса биологии заключается в преимущественно теоретическом характере изучения содержания и уделения минимум внимания связям изучаемой теории с реальной жизни вокруг ученика. Применение такого образовательного подхода, в рамках которого можно придать процессу обучения интерактивный характер, объединить изучаемый материал с решением практических задач и в результате мотивировать обучающихся, позволяет существенно повысить эффективность образовательного процесса. Набор MINDSTORMS Education EV3 и датчики Bitronics NeuroLab позволяют детям создавать устройства, анализирующие биосигналы и нейросигналы человека – мозговую активность, мышечную активность, пульс, электрическую активность кожи.

Компания Bitronics LAB представляет учебно-методический комплекс (УМК) по биологии для 7–11 классов основной школы (обучающихся в возрасте 12–16 лет). Эти материалы помогут учителям просто и увлекательно познакомить детей с одним из разделов биологии – физиологией человека. Использование данного УМК позволит сформировать межпредметные связи для комплексного изучения современных информационных технологий и биотехнологий. Такой подход поможет учащимся усваивать основные понятия физиологии человека в контексте решения реальных практических задач с помощью автоматизированных устройств и робототехнических моделей.

Данный учебно-методический комплекс помогает решить целый ряд задач образовательного стандарта: придание личностного смысла процессу учения, формирование регулятивных, познавательных и коммуникативных универсальных учебных действий в процессе изучения биологии и информационных технологий. УМК включает в себя 8 практических занятий объемом до 24 учебных часов, и может быть использован как на уроках биологии, так и во внеурочной деятельности в тесной привязке к материалу основных занятий. Проектные задания разработаны с учетом основной образовательной программы по биологии.



# Комплектация набора

## Набор содержит:

1. Набор ViTronics NeuroLab содержит сенсоры биосигналов, позволяющие создавать собственные человекомашинные интерфейсы управления. Набор позволяет ученикам изучать физику, математику, биологию. Набор ViTronics NeuroLab предназначен для работы 1–3 учащихся. Данный набор полностью совместим с базовым набором LEGO MINDSTORMS Education EV3.

В состав набора входят следующие модули:



2. Конструктор LEGO MINDSTORMS Education EV3 содержит все, что необходимо для обучения с использованием технологий LEGO MINDSTORMS. Набор позволяет ученикам создавать, программировать и тестировать свои решения, используя реальные технологии из мира робототехники. Набор LME EV3 предназначен для работы 1–3 учащихся. Вместе с Базовым набором вы также получаете доступ к ПО LME EV3 и всем учебным материалам, созданным для платформы EV3 компанией LEGO Education.
3. Книга для учителя содержит сценарии 8 практических занятий общим объемом до 24 учебных часов, а также рабочие карточки для учащихся.
4. Учебник содержит всю необходимую теоретическую информацию, которая потребуется для выполнения практических заданий.

# Организация занятий

Все занятия строятся на выполнении учащимися практической работы для осознанного понимания изучаемых физиологических процессов. Перед выполнением практической работы учащиеся должны ознакомиться 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. Работа над каждым заданием должна включать этап обсуждения с учениками целей и задач, а в конце – результатов работы. Практическая работа может быть выполнена двумя способами:

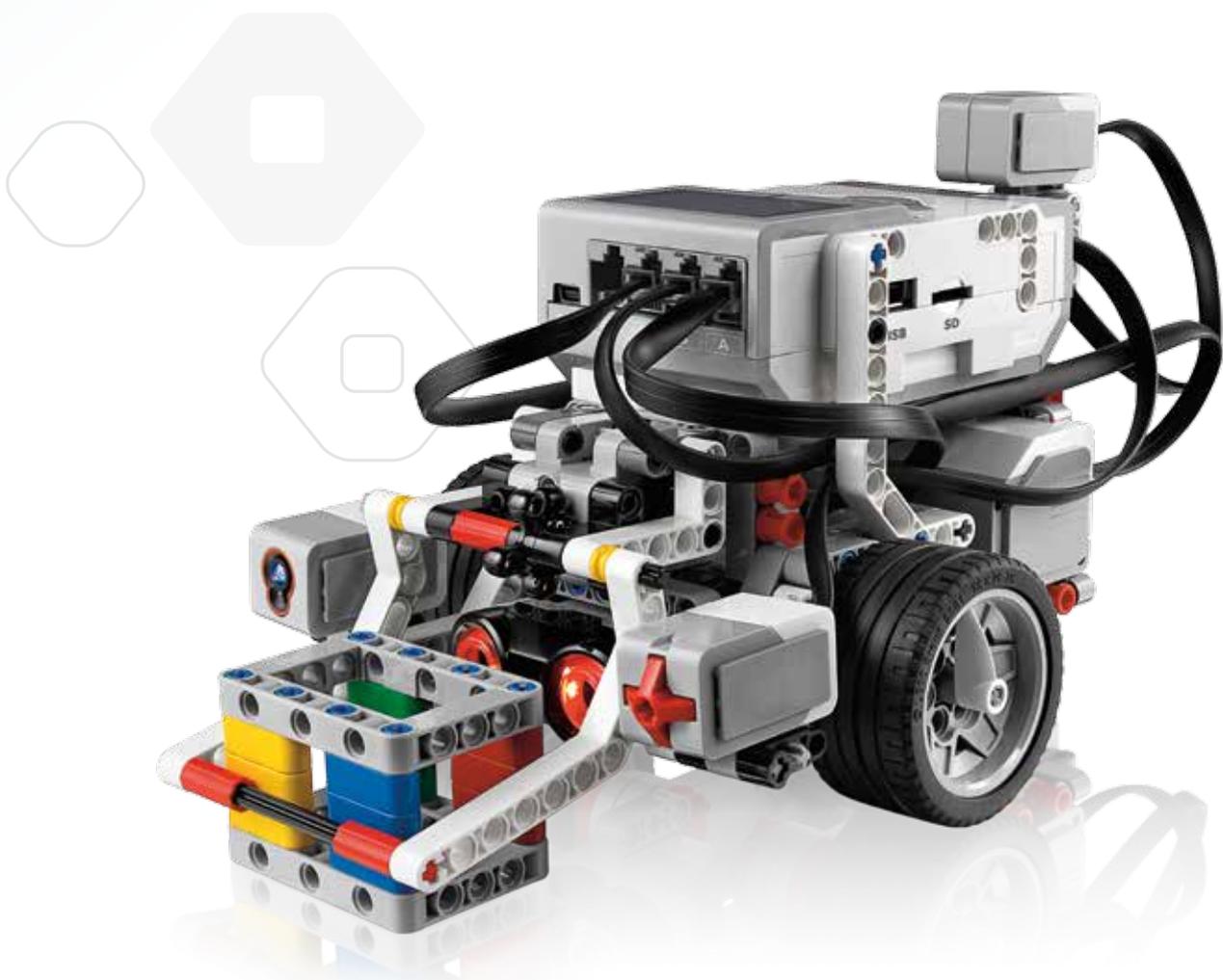
**1**

вся работа может быть выполнена в программном обеспечении LEGO MINDSTORMS® Education EV3

**2**

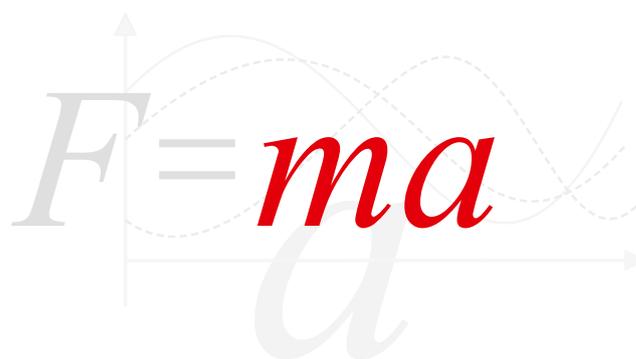
аналитическая часть работы может быть выполнена в рабочих карточках учащихся, а программное обеспечение LEGO MINDSTORMS® Education EV3 может быть использовано только для проведения эксперимента

После завершения практической работы учащиеся могут самостоятельно выполнить дополнительное задание – создать автоматизированное устройство для решения практической задачи, например, макет бионического протеза руки человека.



# Привязка практических занятий к примерному учебному плану по биологии

Занятие	Название работы	Соответствие примерной образовательной программе по биологии	Используемые модули
1	Синхронизация ЭЭГ при закрытии глаз. Исследование $\alpha$ - и $\beta$ -ритмов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Клетка — основа строения, жизнедеятельности и развития организмов. Строение, химический состав, жизненные свойства клетки. Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции. Внутренняя среда организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость).</li> <li>• Регуляция функций организма, способы регуляции. Механизмы регуляции функций.</li> <li>• Нервная система: центральная и периферическая, соматическая и вегетативная.</li> <li>• Нейроны, нервы, нервные узлы.</li> <li>• Спинной мозг. Головной мозг. Большие полушария головного мозга.</li> <li>• Органы чувств и их значение в жизни человека. Сенсорные системы, их строение и функции. Глаз и зрение.</li> </ul>	Модуль ЭЭГ, Центральный модуль
2	Электроокулография и артефакты ЭЭГ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции.</li> <li>• Нейроны, нервы, нервные узлы.</li> <li>• Спинной мозг. Головной мозг. Большие полушария головного мозга.</li> <li>• Органы чувств и их значение в жизни человека. Сенсорные системы, их строение и функции.</li> <li>• Глаз и зрение.</li> </ul>	Модуль ЭЭГ, Центральный модуль



Занятие	Название работы	Соответствие примерной образовательной программе по биологии	Используемые модули
3	Зависимость амплитуды ЭМГ-сигнала от силы сокращения мышцы	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Клетка — основа строения, жизнедеятельности и развития организмов. Строение, химический состав, жизненные свойства клетки. Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции. Внутренняя среда организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость).</li> <li>• Регуляция функций организма, способы регуляции. Механизмы регуляции функций.</li> <li>• Опорно-двигательная система: строение, функции.</li> <li>• Мышцы и их функции.</li> <li>• Нервная система: центральная и периферическая, соматическая и вегетативная.</li> <li>• Нейроны, нервы, нервные узлы.</li> <li>• Рефлекторный принцип работы нервной системы. Рефлекторная дуга.</li> <li>• Спинной мозг. Головной мозг. Большие полушария головного мозга.</li> </ul>	Центральный модуль
4	Изучение усталости мышц	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Клетка — основа строения, жизнедеятельности и развития организмов. Строение, химический состав, жизненные свойства клетки. Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции. Внутренняя среда организма (кровь, лимфа, тканевая жидкость).</li> <li>• Опорно-двигательная система: строение, функции.</li> <li>• Мышцы и их функции.</li> <li>• Обмен веществ и энергетический обмен.</li> </ul>	Модуль ЭМГ, Центральный модуль
5	Изучение мышц-антагонистов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции.</li> <li>• Регуляция функций организма, способы регуляции. Механизмы регуляции функций.</li> <li>• Опорно-двигательная система: строение, функции.</li> <li>• Мышцы и их функции.</li> </ul>	Модуль ЭМГ (2 шт.), Центральный модуль (2 шт.)

Занятие	Название работы	Соответствие примерной образовательной программе по биологии	Используемые модули
6	Измерение ЧСС. Нерегулярность сердечного ритма	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции.</li> <li>• Регуляция функций организма, способы регуляции. Механизмы регуляции функций.</li> <li>• Кровеносная и лимфатическая системы: строение, функции.</li> <li>• Строение сосудов. Движение крови по сосудам.</li> <li>• Строение и работа сердца. Сердечный цикл.</li> <li>• Пульс. Давление крови.</li> </ul>	Модуль «Пульс + КГР», Центральный модуль
7	Изменение ЧСС под физической нагрузкой (продолжение темы «Изучение ЧСС»)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции.</li> <li>• Регуляция функций организма, способы регуляции. Механизмы регуляции функций.</li> <li>• Кровеносная и лимфатическая системы: строение, функции.</li> <li>• Строение сосудов. Движение крови по сосудам.</li> <li>• Строение и работа сердца. Сердечный цикл.</li> <li>• Пульс. Давление крови.</li> <li>• Опорно-двигательная система: строение, функции.</li> <li>• Мышцы и их функции.</li> </ul>	Модуль «Пульс+КГР», Центральный модуль
8	Кожно-гальваническая реакция (КГР) и дыхание	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Значение знаний об особенностях строения и жизнедеятельности организма человека для самопознания и сохранения здоровья. Комплекс наук, изучающих организм человека. Научные методы изучения человеческого организма (наблюдение, измерение, эксперимент). Место человека в системе животного мира. Сходства и отличия человека и животных. Особенности человека как социального существа.</li> <li>• Ткани, органы и системы органов организма человека, их строение и функции.</li> <li>• Регуляция функций организма, способы регуляции. Механизмы регуляции функций.</li> <li>• Нервная система: центральная и периферическая, соматическая и вегетативная.</li> <li>• Нейроны, нервы, нервные узлы.</li> <li>• Спинной мозг. Головной мозг. Большие полушария головного мозга.</li> <li>• Дыхательная система: строение и функции. Газообмен в легких и тканях.</li> <li>• Регуляция дыхания.</li> </ul>	Модуль «Пульс+КГР», Центральный модуль

# Ключевые задачи учебно-методического комплекса

В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) основной школы, а также в утвержденной в 2015 году Примерной основной образовательной программе основного общего образования (ПООП ООО) основное внимание уделяется формированию универсальных учебных действий (УУД). Это требует серьезной переработки содержания программ всех предметов основной школы, которая позволила бы достигать решения как предметных задач, так и личностных, и метапредметных результатов.

Согласно ПООП ООО, одним из путей формирования УУД в основной школе являются: включение обучающихся в учебно-исследовательскую и проектную деятельность, гибкое сочетание урочных, внеурочных форм, а также самостоятельной работы учащегося. Образовательный стандарт потребовал от школы массового внедрения проектных форм работы. Любое действие такого рода должно быть обеспечено качественным учебно-методическим материалом. Этому требованию в полной мере удовлетворяет учебно-методический комплекс Bitronics LAB по биологии. Благодаря отработанному методическому подходу и всесторонней поддержке педагогической работы УМК дает в руки учителя богатый инструментарий для работы с детьми и формирования коммуникативных, регулятивных и познавательных универсальных учебных действий, умения работать с информацией, владения информационно-коммуникационными технологиями, смысловым чтением и т.д.

Перечислим основные метапредметные результаты, на формирование которых целенаправленно работает учебно-методический комплекс Bitronics LAB по биологии, и укажем используемые для этого педагогические средства и приемы:

- умение развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности – формируется через использование мотивирующей образовательной среды в виде конструктора LEGO;
- умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;
- умение устанавливать причинно-следственные связи, строить логические рассуждения, умозаключения (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы. При выполнении задач на каждом занятии УМК учащиеся строят гипотезы, выполняют эксперименты, сопоставляют прогнозы с результатами экспериментов и формулируют выводы;
- умение организовывать учебное сотрудничество и совместную деятельность с учителем и сверстниками; работать индивидуально и в группе: находить общее решение и разрешать конфликты на основе согласования позиций и учета интересов; формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение. Занятия спланированы с использованием групповой формы работы учащихся, совместного решения учебных задач и рефлексивной формы анализа продуктов учебной деятельности;
- умение осознанно использовать речевые средства для выражения своих мыслей и планирования своей деятельности. В процессе групповой работы учащиеся не только взаимодействуют друг с другом, но и постоянно делятся друг с другом результатами своей работы и обосновывают выбранные ими способы решения учебных задач;
- формирование и развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий – благодаря тому, что основным объектом и одновременно средством решения учебных задач являются ИКТ: микрокомпьютер в программируемом ими роботизированном автомобиле и компьютер с информационной оболочкой УМК, служащий для поиска информации, программирования, фиксации и представления результатов и т.д.



# Содержание

## Раздел 1. Головной мозг и зрительная активность

### Занятие № 1

«Синхронизация ЭЭГ при закрытии глаз. Исследование  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритмов»..... 10

- План урока

### Занятие № 2

«Электроокулография и артефакты ЭЭГ»..... 13

- План урока

## Раздел 2. Мышцы

### Занятие № 3

«Зависимость амплитуды ЭМГ-сигнала от силы сокращения мышцы»..... 16

- План урока

### Занятие № 4

«Изучение усталости мышц»..... 20

- План урока

### Занятие № 5

«Изучение мышц-антагонистов»..... 24

- План урока

## Раздел 3. Сердце и сердечно-сосудистая система

### Занятие № 6

«Измерение ЧСС. Нерегулярность сердечного ритма»..... 28

- План урока

### Занятие № 7

«Изменение ЧСС под физической нагрузкой»..... 32

- План урока

## Раздел 4. Потовые железы и проводимость кожи

### Занятие № 8

«Кожно-гальваническая реакция (КГР) и дыхание»..... 35

- План урока

## Словарь терминов..... 38

# Раздел 1. Головной мозг и зрительная активность

## Занятие № 1

# «Синхронизация ЭЭГ при закрытии глаз. Исследование $\alpha$ - и $\beta$ -ритмов»

## План урока

### Введение

На данном занятии ученики будут исследовать активность головного мозга. Учащиеся измерят активность головного мозга с открытыми и закрытыми глазами, а затем сравнят результаты и обсудят изменения в работе мозга. В конце занятия учащиеся создадут устройство, управляемое мозговой активностью.

### Результаты

Ученики 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

Попросите учеников прочитать следующие разделы теоретического материала:

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

**Обсудите с учащимися строение нейронов и принцип передачи сигналов в нервной системе.**

**Попросите учеников ответить на следующие вопросы:**

- **Как вы думаете, 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 ViTronics NeuroLab к порту 1 блока EV3.
2. Подключите модуль ЭЭГ к Центральному модулю ViTronics 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 разъёмы.
- 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 учащихся:

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.
- Учащийся не расслабился.
- Для определения амплитуды выбран сегмент ЭЭГ с сильно изменяющейся амплитудой.
- При проведении измерений учащийся двигал головой, из-за чего возникли артефакты ЭМГ.



## Анализ экспериментальных данных

Обсудите с учащимися полученные сигналы ЭЭГ и их отличия. Обсудите особенности  $\alpha$ - и  $\beta$ -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  $\beta$ -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  $\alpha$ -ритмом.

Подробная справочная информация содержится в разделе «Ритмы ЭЭГ».

## Дополнительное задание

Предложите учащимся создать устройство, которым можно управлять с помощью мозговой активности.

По доли  $\alpha$ -ритма в сигнале ЭЭГ можно судить о степени расслабления человека. Чем больше в сигнале  $\alpha$ -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.

Предложите учащимся 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).

