

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043774**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2023.06.22**

(51) Int. Cl. **G09B 5/00** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**202192365**

(22) Дата подачи заявки  
**2019.11.06**

---

(54) **ЦИФРОВОЙ ОБУЧАЮЩИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ПЕРСПЕКТИВНЫМ ПРОФЕССИЯМ В ОБЛАСТИ НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ**

---

(31) **2019105252**

(56) **US-A1-2018075772**

(32) **2019.02.25**

**US-A1-2003110215**

(33) **RU**

**US-A1-2017041699**

(43) **2021.11.29**

**WO-A1-2012099595**

(86) **PCT/RU2019/050209**

(87) **WO 2020/176012 2020.09.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**"БРЕЙН ДЕВЕЛОПМЕНТ" ЛТД (RU)**

(72) Изобретатель:  
**Бабенкова Надежда Евгеньевна,  
Грейлих Натэла Левановна,  
Поляков Артем Сергеевич, Старов  
Дмитрий Олегович, Устинский  
Дмитрий Владимирович, Сказочкин  
Леонид Петрович, Билый Андрей  
Михайлович, Баловнев Дмитрий  
Андреевич, Гусев Арсентий Петрович,  
Лакрисенко Ольга Ивановна (RU)**

(74) Представитель:  
**Явкина Е.В. (RU)**

---

(57) Изобретение относится к области педагогики, в частности к средствам обучения для подготовки к перспективным профессиям в области психофизиологии, нейрофизиологии и специальностей в области нейротехнологий. Техническим результатом является повышение эффективности обучения и усвоения информации учебного материала.

---

**B1**

**043774**

**043774**

**B1**

### **Область техники**

Изобретение относится к области педагогики, в частности к средствам обучения для подготовки к перспективным профессиям в области психофизиологии, нейрофизиологии и специальностей в области нейротехнологий.

### **Уровень техники**

В современном образовательном процессе компьютерные технологии занимают все большее и большее место. Известны различные технические решения в этой области.

Например, патент RU 106016 "Система обучения в режиме реального времени". Известная полезная модель в целом относится к области организации обучения в классе с помощью специально разработанной электронной образовательной системы, позволяющей увеличить эффективность совместного обучения. Система содержит рабочие места с компьютерами обучаемых и средства отображения информации для обучаемых в режиме группового восприятия. Компьютеры обучаемых подключены посредством сети Интернет или WI-FI соединения к серверу с программным продуктом для обучения и коммуникации, сервер связан прямой и обратной связью с базой данных пользователей содержащей медиа-контент, при этом компьютеры обучаемых имеют два сенсорных экрана, а в систему посредством сети Интернет или WI-FI соединения с сервером включен компьютер учителя. Причем средства отображения информации для обучаемых в режиме группового восприятия подключены к компьютеру учителя, а сервер также посредством сети Интернет или WI-FI соединения связан с компьютером администратора учебного заведения.

Данная система предназначена для обучения школьной программе и не предполагает обучение ка-ким - либо дополнительным курсам.

Известен "Способ обучения и усвоения учебного материала и устройство для его осуществления" по патенту РФ 2357294. Известное изобретение относится к области педагогики, в частности к способам использования наглядной и звуковой демонстрации материала, подлежащего изучению. Передачу информации учебного материала осуществляют одновременно с дополнительной информацией, получая ее в режиме реального времени. Обучающий координирует действия обучаемых, направленные на усвоение дополняемой информации. Обучаемые сохраняют учебный материал на носителях информации рабочего места обучающего. Между обучающими устанавливают постоянную связь, обеспечивающую возможность обменом сообщений. Рабочее место обучающего включает объекты изучения дисциплины, снабженные видеокамерами видеотрансляционных сетей и контрольно-измерительными приборами, средствами отображения информации и серверами, объединенными средствами коммуникации в локальные сети. Дополнительный сервер соединен средствами коммуникации с дополнительными серверами других дисциплин в трансляционную сеть, выполненную с возможностью подключения к другим трансляционным сетям. Сервер обучающего выполнен с возможностью подключения через средства коммуникации к другим серверам, обучающим данной дисциплине. Техническим результатом изобретения является расширение базы знаний, используемой в процессе обучения. Данное техническое решение принято авторами за прототип.

Известное устройство не предоставляет возможности обучения учащихся перспективным профессиям в области психофизиологии, нейрофизиологии и специальностей в области нейротехнологий.

Нейрофизиология - раздел физиологии, изучающий функции нервной системы и ее основных структурных единиц - нейронов. Нейрофизиология тесно связана с нейробиологией, неврологией, клинической нейрофизиологией, психологией, нейроанатомией и другими науками, занимающимися изучением мозга.

Знание основ нейрофизиологии применяются при разработке систем искусственного интеллекта, при разработке математических моделей работы нервной системы и мозга, могут помочь в маркетинге и многих других областях. В настоящее время это наиболее перспективное и востребованное направление в обучении.

Существуют различные курсы по обучению нейрофизиологии. (См. например, <https://www.inlearno.ru/event/4449-obuchayushchii-kurs-neirofiziologiya>).

Известен также набор-конструктор производства BITRONICS LAB (<http://www.bitronicslab.com/>, <https://nanojam.ru/products/nabor-konstruktor-iunyi-neiromodelist-bitronics-lab>), а также различные гаджеты для измерения различных физиологических параметров человека производства фирмы BioRadio ([http://glneurotech.com/bioradio/wp-content/uploads/2014/08/Note\\_BioCapture-EEG.pdf](http://glneurotech.com/bioradio/wp-content/uploads/2014/08/Note_BioCapture-EEG.pdf))

Все известные устройства ограничены в своих функциональных возможностях. Они позволяют снимать только небольшое количество физиологических параметров человека, на основе которых невозможно получить полное представление о деятельности мозга, о его строении и о применении этих знаний в обучении и реальной жизни.

### **Краткое раскрытие сущности изобретения**

Таким образом, в настоящее время отсутствуют универсальные обучающие комплексы, предоставляющие готовое решение, разработанное с целью ранней профориентации и с возможностью организации как образовательного процесса, так и научно-исследовательской деятельности по психофизиологии, нейрофизиологии и специальностям в области нейротехнологий.

Именно на решение данной технической проблемы направлено создание предлагаемого цифрового обучающего комплекса для подготовки к перспективным профессиям в области нейрофизиологии.

Техническим результатом является повышение эффективности обучения и усвоения информации учебного материала, за счет того, что:

предлагаемый комплекс рассчитан на 67 занятий, включает 12 разделов, позволяющих изучить физиологию сердечной деятельности, биоэлектрическую активность живых организмов, объяснить, почему бьется сердце, и как оно работает;

на занятиях изучается мышечная деятельность человека, проводимость нервов, строение и проводимость кожи и ее сопротивление;

во время ряда занятий происходит знакомство и изучение строения и функций головного мозга человека, биоэлектрической активности мозга, строения нейронной сети, принципов снятия ЭЭГ (электроэнцефалограмма);

в ходе изучения учебного материала о мозговой деятельности человека большой акцент идет на изучение основных ритмов, активную умственную деятельность. Обучающийся в процессе обучения сможет сформировать основные навыки создания интерактивных классификаторов, изучить основы психофизиологии и функционального состояния человека, от чего зависит эффективность деятельности человека, в том числе понятие биологической обратной связи (БОС) и обучение БОС на практике;

часть разделов посвящена знакомству с современными технологиями, в том числе дополненной и виртуальной реальностям, принципам управления в двумерном и трехмерном пространствах, бионике и нейропрограммированию, а также технологиям, связанным с нейрокомпьютерными интерфейсами;

последний раздел предполагает проведение экспертной системы комплексного анализа личности (авторские разработанные методики, нацеленные на определение профессионально важных качеств и профориентации обучающихся).

С помощью предлагаемого комплекса можно проводить следующие лабораторные работы:

исследования в области нейрофизиологии, в том числе показания частоты сердечных сокращений, построение индивидуальной оси сердца ребенка, биоритмов, пульса, сопротивления кожи, биоэлектрической активности мышц и тд;

формирование компетенций инженеров и программистов (в ходе работы с робототехническими конструкциями и нейроустановками дети получают знания по кибернетике, а также смогут управлять моделями с помощью частоты сердечных сокращений, мозговой активностью, потенциалом электрической активности мышц, показаний сопротивления кожи, запрограммировав разработанные авторские нейроустановки или собрав модели по предоставленным образцам карт сборки в соответствии с тематикой занятия);

разработка или сборка робототехнических конструкций, нейроустановок, позволит изучить сигналы головного мозга, строение сердца, а также получить знания из области кибернетики (нейропрограммирование), современных высоких технологий, познакомиться с принципом работы виртуальной и дополненной реальности, искусственным интеллектом. На практике создать модель беспилотного транспорта, запрограммировав его маршрут.

У обучающихся также появляется возможность поработать в индивидуальном блокноте, все созданные записи по занятию можно просмотреть удаленно с портативных устройств вне учебного кабинета.

Технический результат достигается за счет того, что в цифровом обучающем комплексе для подготовки к перспективным профессиям в области нейрофизиологии, включающем рабочие места обучаемых с сетевыми компьютерами, сервер и средства коммуникации рабочих мест обучаемых с сервером, объединяющие их в локальную сеть, рабочее место обучаемых включает нейрогарнитуру, электрогарнитуру и инженерный конструктор, компьютеры обучаемых содержат программное обеспечение, которое включает модуль сетевого сопряжения протоколов, модуль автоматического обновления системы, модуль сканирования сетевых устройств и функций, модуль CRM, модуль преобразования сетевых адресов, модуль управления функциями и настройками, модуль интерфейса пользователей разного уровня, модуль хранения и архивирования данных, модуль правил доступа и безопасности, модуль статистики, модуль знакомства с функционалом системы, которые реализуют алгоритмы сопряжения рабочих мест с внешними устройствами, сервером и сетью Internet, выполнения учебных заданий, сбора и хранения данных в рамках выполнения заданий. При этом программное обеспечение сервера включает модуль удаленных вычислений и базы данных полученных результатов.

Дополнительными отличиями комплекса являются:

нейрогарнитура включает датчики для регистрации электроэнцефалографических сигналов с электродами сухого типа, размещенные на шлеме, надеваемом на голову обучаемого, и усилитель сигналов,

датчики закреплены на шлеме с возможностью изменения местоположения для обеспечения возможности снятия сигналов с различных участков головного мозга,

нейрогарнитура связана с рабочим местом обучаемого беспроводной связью,

усилитель состоит из последовательно соединенных входного блока усилителя с электродом отведения, блоком коммутатора, блоком малошумящего усилителя, блоком амплитудного ограничителя с

низкочастотным (НЧ) фильтром и блоком многоканального аналого-цифрового преобразователя (АЦП), при этом блок коммутатора связан с блоком импедансометра, а также с референсным и нейтральным электродами через блок отрицательной обратной связи (ООС), причем к блоку малошумящего усилителя подключен параллельно блок отрицательной обратной связи для малошумящего усилителя со схемой подавления 50 Гц. в качестве инженерного конструктора применен робототехнический конструктор Роботрек "Базовый", ресурсный набор Роботрек "Цветной TFT дисплей", ресурсный набор Роботрек "Датчики", ресурсный набор Роботрек "Аудиотрек", ресурсный набор Роботрек "Червячная передача", ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек", ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек-мини" электрогарнитура включает датчик ЭМГ(электромиограммы), датчик ЭКГ (электрокардиограммы), датчик КГР (кожно-гальванической реакции) и датчик ФПП(фотоплетизмограммы), размещенные в одном корпусе. Краткое описание чертежей

Сущность изобретения поясняется следующими фигурами:

фиг. 1, на которой изображена блок схема учебного комплекса;

фиг. 2, на которой изображена блок схема усилителя нейрогарнитуры;

фиг. 3. на которой изображена АЧХ первого каскада усилителя ЭЭГ;

фиг. 4-10, на которых изображены инженерные конструкторы (конструктор один - Роботрек "Базовый", остальные ресурсные наборы - ресурсный набор Роботрек "Цветной TFT дисплей", ресурсный набор Роботрек "Датчики", ресурсный набор Роботрек "Аудиотрек", ресурсный набор Роботрек "Червячная передача", ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек", ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек-мини"),

где 11 - 1n рабочие места обучаемых,

2 - нейрогарнитура,

3 - электрогарнитура,

4 - инженерный конструктор,

5 - программное обеспечение рабочего места обучаемых.

6 - сервер

7 - модуль удаленных вычислений и базы данных полученных результатов.

8 - блок ООС,

9 - входной блок усилителя,

10 - блок коммутатора,

11 - блок малошумящего усилителя,

12 - блок амплитудного ограничителя,

13 - блок многоканального АЦП (аналого-цифровой преобразователь),

14 - блок ООС для малошумящего усилителя со схемой подавления 50 Гц,

15 - блок импедансометра,

16 - электрод отведения,

17 - электрод референсный,

18 - электрод нейтральный.

Осуществление изобретения.

Рабочее место 1 обучаемого организовано на базе персонального компьютера, который связан локальной сетью с сервером 6. Персональный компьютер дополнен программным обеспечением 5 рабочего места обучаемых. На данное программное обеспечение получено свидетельство на программу для ЭВМ №2018665354 "Технический комплекс для подготовки к перспективным профессиям в нейрофизиологии, включая модули: сетевого сопряжения протоколов, автоматического обновления системы, сканирования сетевых устройств и функций, CRM, преобразования сетевых адресов, управления функциями и настройками, интерфейса пользователей разного уровня, хранения и архивирования данных, правил доступа и безопасности, статистики, знакомства с функционалом системы"

Программа предназначена для автоматизации всех сторон основной учебной деятельности при подготовке учащихся к новым перспективным профессиям. Система обеспечивает информационную поддержку всех решаемых задач в рамках образовательной программы, направленной на рассматриваемую тематику. Программная часть включает модуль сетевого сопряжения протоколов, модуль автоматического обновления системы, модуль сканирования сетевых устройств и функций, модуль CRM, модуль преобразования сетевых адресов, модуль управления функциями и настройками, модуль интерфейса пользователей разного уровня, модуль хранения и архивирования данных, модуль правил доступа и безопасности, модуль статистики, модуль знакомства с функционалом системы, которые реализуют алгоритмы сопряжения рабочих мест с внешними устройствами, сервером и сетью Internet, выполнения учебных заданий, сбора и хранения данных в рамках выполнения заданий.

На модуль 11 удаленных вычислений и базы данных полученных результатов, устанавливаемый на сервере получено свидетельство на программу для ЭВМ № 2018665878 "Технический комплекс для подготовки к перспективным профессиям в нейрофизиологии, включая модуль удаленных вычислений"

Программа предназначена для обеспечения работы сложных вычислительных алгоритмов во время учебной деятельности при подготовке учащихся к новым перспективным профессиям. Программная часть решает следующие задачи: обеспечение работы сложных вычислительных алгоритмов в режиме

реального времени при имеющемся доступе к сети; обеспечение доступа к центральной базе хранения записей сигналов пользователей.

Электрогарнитура (ЭГ) 3 обеспечивает регистрации электрокардиограммы по одному отведению, электромиограммы по двум каналам, фотоплетизмограммы и кожно-гальванической реакции по одному каналу, а также комбинации этих сигналов и сигнала ЭЭГ, регистрируемого нейрогарнитурой, в полиграфическом режиме. Датчики регистрации ЭКГ, ЭМГ и КГР устанавливаются на теле человека и подключаются к ЭГ с помощью соединительных проводов. Фотоплетизмографический сенсор интегрирован непосредственно в ЭГ и для проведения эксперимента необходимо приложить палец с боковой стороны ЭГ к фотоплетизмографическому сенсору. Также в ЭГ встроен девятиосевой инерциальный датчик, что позволяет контролировать положение ЭГ в пространстве. Передача биосигналов, зарегистрированных ЭГ, на ПК, или иное устройство может осуществляться по Wi-Fi или по USB. ЭГ имеет встроенный дисплей, на который выводится интерфейс управления, или регистрируемый биосигнал. Питание ЭГ осуществляется от встроенного аккумулятора.

ЭГ регистрирует вышеперечисленные биосигналы исключительно для ознакомительных учебных целей, использование зарегистрированных биосигналов для медицинских целей не предусмотрено.

Электрогарнитура состоит из следующих компонентов:

АЦП-7984,

дисплей - WF52ASLASDNGO,

контроллер - STM32F765,

цифровая интегральная микросхема CPLD - LCMX02-7000HC (<https://spb.terraelectronica.ru/product/2177706>),

5 разъемов TouchProof для подключения датчиков - разъемы Din 1,5 мм разъем для КГР, ЭКГ, ЭМГ, разъем micro USB для подключения к компьютеру.

Нейрогарнитура.

В комплект нейрогарнитуры входят следующие элементы:

- 1) усилительный блок нейрогарнитуры;
- 2) сухие электроды не менее 8 шт. для регистрации ЭЭГ;
- 3) референтные ЭЭГ-электроды не менее 2 шт.;
- 4) электрод заземления- 1 шт.;
- 5) комплект аккумуляторная батарея на 5 В с micro USB;
- 6) система креплений для головы и плеча;
- 7) microUSB - USB для подключения усилительного блока к компьютеру.

Усилительный блок нейрогарнитуры предназначен для регистрации биоэлектрической активности мозга через подключаемые электроды ЭЭГ и дальнейшей обработки и передачи поверхностной ЭЭГ или сигналов, полученных на ее основе, на ПК или устройство, заменяющее его.

Усилитель нейрогарнитуры должен обладать одновременно и высокой чувствительностью и высокой помехоустойчивостью. Чувствительность должна быть на уровне 1 мкВ при возможных наводимых по входу сетевых помехах до 0,5 В даже при наличии специальных схем подавления посредством дополнительных электродов на теле пациента. Сопротивление электродного контакта с телом пациента в случае "сухих" электродов лежит в диапазоне 50...500 кОм в случае 6...8 контактных выступов в одном электроде (среднее значение  $\sqrt{50 \cdot 500} = 158$  кОм).

Чувствительности в 1 мкВ соответствует собственный шум усилителя, приведенный к его входу, на уровне 0,3 мкВ в полосе от 1 до 30 Гц. Данная полоса частот относится к инфранизким частотам, для которых характерно проявление специфического шума "1/f", называемого еще также "розовым" шумом или "фликкер-шумом". В силу этого, при проектировании усилителя ЭЭГ необходимо обязательно смотреть на шумовые характеристики на инфранизких частотах и выбирать с меньшим значением не только шума, но и параметра "1/f corner frequency" - частота перехода от шума типа "1/f" к равномерному белому шуму. Одним из лучших усилителей в этой частотной области является AD8672, у которого шум в полосе 0,1... 10 Гц равен 77 нВ р-р, а "1/f corner frequency" равна 1 Гц. Дифференциальное входное сопротивление AD8672 равно 15 Мом, что приемлемо для источника сигнала с сопротивлением 158 кОм.

Подавление сетевой наводки 50 Гц необходимо проводить в первом каскаде усилителя, чтобы получить большой коэффициент усиления без ввода усилителя в насыщение от большой помехи. Это можно сделать, если в усилитель ввести частотно скорректированную обратную связь, так чтобы на 50 Гц усиление отсутствовало (см. фиг. 3).

В предлагаемой схеме для подавления усиления 50 Гц используется ООС (отрицательная обратная связь) первого каскада, в цепь которой включен режекторный 2-Т мост. Эквивалентное сопротивление цепи ООС на частоте 50 Гц резко падает, в результате чего падает и общий коэффициент усиления. Величина уменьшения усиления зависит от разброса значений компонентов 2-Т моста (резисторов и конденсаторов). Для типичного разброса номиналов в 5% величина режекции составит около 40 дБ (см. Analog Devices - Twin T Notch Filter, Mini Tutorial (MT-225)). Если резисторы с 1% разбросом найти несложно, то конденсаторы с 1% разбросом, да еще на десятки нано Фарад, найти почти невозможно, да и стоимость у них будет высокая.

Коэффициент усиления необходимо делать более 100 (40 дБ), что позволит реализовать минимальные шумовые характеристики используемых усилителей. При увеличении усиления сверх 100 шум хоть и падает, но очень незначительно. В предлагаемом усилителе установлен коэффициент усиления примерно 316 раз (50 дБ). С учетом глубины режекции 50 Гц около -40 дБ, получается, что 50 Гц помеха тоже усиливается, только не в 310 раз, а всего в 3,16 раза. Чтобы при таком усилении не возникло бы режима ограничения сигнала, входной усилитель запитывается повышенным напряжением питания  $\pm 10$  В, что позволяет работать с 50 Гц помехой вплоть до  $\pm 1,5$  В (с запасом).

Блок схема усилителя приведена на фиг. 2. Для создания предлагаемой схемы может использоваться следующая элементная база:

блок 8 ООС для "привязки" потенциала схемной земли к потенциалу тела человека - схема RLD на ОРА2140AID,

входной блок 9 усилителя - ESD Protection, OverVoltage Protection - BAV99,

блок 10 коммутатора режимов работы канала усиления - ADG5209BRUZ,

блок 11 малошумящего усилителя - AD8672ARZ,

блок 12 амплитудного ограничителя с НЧ фильтром - BAV99,

блок 13 многоканального АЦП - ADS1299IPAG,

блок 14 ООС для малошумящего усилителя со схемой подавления 50 Гц -

2-Т мост на AD8244BRMZ + интегратор на AD8622ARZ,

блок 15 импедансометра - AD5933YRSZ + коммутаторы каналов на ADG728BRUZ + выходной и входной усилители на AD8622ARZ.

Применяются датчики DF6.17 (производства ООО Инженерный Центр "Комплекс-М", паспорт ТРВЦ.301241.001ПС). Корпус датчика изготовлен из полиамида 610 литьевого ГОСТ 10589-87. В верхней части корпуса располагается крепежное устройство типа кнопка Alpha 12,5 мм для крепления электрода к гарнитуре. В нижней части корпуса расположены шесть проволочных контактов с шариками из нержавеющей стали марки 316L на концах, обеспечивающие электрический контакт с поверхностью кожи. Все контакты электрически соединены между собой и центральной жилой кабеля для подключения к измерительному блоку комплекса.

Инженерный конструктор и ресурсные наборы.

Применяются инженерный конструктор и ресурсные наборы производства ООО "Брейн Девелопмент".

Ниже приведены их краткие описания.

1. Конструктор Роботрек "Базовый" (фиг. 4).

В состав набора входят не менее 828 деталей:

- 1) пластиковые балки разных форм (5 видов), блоки (11 видов) для конструирования объектов;
- 2) металлические блоки разных форм (10 видов);
- 3) колеса (5 видов);
- 4) шестеренки (4 вида), рычаги и пластиковые уголки, набор звеньев для гусениц;
- 5) набор пластиковых (4 вида) и металлических (3 вида) валов, пластиковых втулок и пластиковых, резиновых и металлических муфт, железных болтов (три размера) и гаек, шайбы;
- 6) набор плоских пластиковых рамок (3 вида) и резиновых адаптеров (2 вида);
- 7) набор объемных прямоугольных соединительных балок (2 вида);
- 8) набор пластиковых штифтов 5 размеров и приспособления для установки штифтов;
- 9) одна материнская плата для продвинутого уровня;
- 10) два двигателя постоянного тока и 1 серводвигатель для продвинутого уровня и 2 внешних энкодера;
- 11) набор различных датчиков (6 видов);
- 12) USB кабель для платы продвинутого уровня и программатор для платы основного уровня;
- 13) кейс для батареек 9 В;
- 14) пульт дистанционного управления;
- 15) отвертка, гаечный ключ;
- 16) диск с По роботрек, инструкции, не менее 39 готовых файлов для прошивки платы трекдуино с алгоритмами для программирования роботов при условии наличия набора Роботрек датчики дополнительно.

С помощью конструктора Роботрек "Базовый" можно сформировать основные навыки и компетенции для профессий, связанных с научно-техническим направлением, например, инженер-разработчик, инженер-моделист, инженер-проектировщик, инженер-конструктор и т.д. В рамках комплекса обучающийся может разработать собственный авторский проект - нейроустановку, где может продемонстрировать знания, полученные в области нейро- и психофизиологии при разработке и программировании робототехнических моделей. Обучающийся с помощью деталей конструктора может разработать прототип нейроустановки, связанной с демонстрацией работы определенных органов человека продемонстрировать его функциональную деятельность (например, модель "Инстинкт", демонстрирующую одну из

функций среднего мозга: материнский инстинкт, собрать прототип батискафа или любую другую робототехническую модель, с помощью которой можно демонстрировать возможности организма человека, т.е. управлять робототехническими моделями с помощью биоэлектрической активности сердца, мышц и головного мозга).

#### 2. Ресурсный набор Роботрек "Датчики" (фиг. 5).

В состав набора входит не менее 25 элементов:

- 1) светодиодные модули трех цветов;
- 2) акселерометр, гироскоп;
- 3) два внешних энкодера;
- 4) датчик огня;
- 5) датчик звука;
- 6) датчик касания;
- 7) датчик наклона;
- 8) датчик вибрации;
- 9) датчик магнитного поля;
- 10) пьезоизлучатель;
- 11) ультразвуковой датчик расстояния;
- 12) датчик цвета + датчик освещенности;
- 13) датчик ПДУ;
- 14) инфракрасный датчик (ИК-датчик);
- 15) динамик.

При разработке собственных моделей или создании нейроустановок, предусмотренных занятиями по образцу, данный ресурсный набор с датчиками позволяет создать имитацию работы организма человека, например, робототехническая модель "РобоМозг". При разработке авторских уникальных нейроустановок позволяет демонстрировать работу прототипов производственных моделей или отрабатывать теоретические знания, полученные на занятии при помощи разработанного собственно проекта (например, лабораторная работа "Интерфейс "Мозг - компьютер", где необходимо разработать авторскую, уникальную нейроустановку имитирующую эксперимент Дельгадо.)

#### 3. Ресурсный набор Роботрек "Цветной TFT дисплей" (фиг. 6).

Состоит из сенсорного дисплея TFT 2.4 LGD, корпуса для TFT экрана, кабеля.

С помощью включенных в состав ПО Роботрек библиотек и графических блоков можно выполнять базовые действия - рисовать геометрические фигуры, выводить текст, включать режим рисования на тач-экране.

При помощи TFT дисплея обучающийся может продемонстрировать результат работы с программой, может вывести результат работы программы и своей деятельности в области программирования на экран.

#### 4. Ресурсный набор Роботрек "Червячная передача" (фиг. 7).

Винтовая шестерня необходима для создания сложной механических передач, формируя компетенции инженеров разработчиков и инженеров конструкторов. Используя данный ресурсный набор, увеличиваются мощности подъемных механизмов и передачи движения под углом в 90 градусов. В состав набора входит 1 червячная передача.

#### 5. Ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек-мини" (фиг. 8).

Состоит из аккумулятора и зарядного устройства.

"Энерджитрек-мини" позволяет обеспечивать длительную работу плат при максимальной нагрузке, поддерживает одновременное использование 2 моторов постоянного тока, совместно с сервомоторами, и другими датчиками/исполнителями. Будет полезен для разработки масштабных проектов с использованием образовательных наборов "Роботрек".

#### 6. Ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек" (фиг. 9).

Состоит из аккумулятора и зарядного устройства.

"Энерджитрек" позволяет обеспечивать длительную работу плат при максимальной нагрузке, поддерживает одновременное использование 4 моторов постоянного тока, совместно с сервомоторами, дисплеем, аудиотреком и другими датчиками/исполнителями. Будет полезен для разработки масштабных проектов с использованием образовательных наборов "Роботрек".

#### 7. Ресурсный набор Роботрек "Аудиотрек (фиг. 10)

Состоит из динамика, корпуса, карты памяти.

Позволяет использовать возможность воспроизведения аудиофайлов при разработке проектов или для воспроизведения инструкции при лабораторных работах (например, лабораторная работа "Аутогенная тренировка").

Аудиомодуль "Аудиотрек" предназначен для расширения возможностей конструктора Роботрек "Базовый". Позволяет воспроизводить аудиозаписи в популярных форматах таких как MP3, WAV и WMA.

Комплекс работает следующим образом:

- 1) устанавливается ПО на компьютер;
- 2) запускается ПО и осуществляется вход в систему по своему логину и паролю;
- 3) запускается модуль с занятием (расписание занятий составляется в CRM-системе);
- 4) изучается теоретический материал занятия, используется подготовленный материал, структурированный по разделам и темам. При необходимости используется глоссарий;

5) проводится лабораторная работа.

Всего 4 типа лабораторных работ.

В зависимости от типа лабораторной работы для ее проведения выполняется одно из нижеперечисленных действий:

- запускается интерактивное приложение;
- собирается робототехническую модель или нейроустановка и осуществляется управление ею;
- подключается оборудование (нейрогарнитура или электрогарнитура), производится настройка оборудования, осуществляется съем сигналов и изучаются биоэлектрические сигналы организма человека, либо проведение анализа полученного ранее сигнала;
- собирается робототехническая модель, подключается оборудование (нейрогарнитура или электрогарнитура) и осуществляется управление робототехнической моделью;
- 6) при необходимости заносятся данные в персональный блокнот, зарисовываются графические объекты или используется глоссарий;
- 7) проводится тестирование. Модуль тестирования и разработанная технология проведения процедуры тестирования позволяет осуществлять, как индивидуальный контроль знаний педагогом, так и самоконтроль, полученных знаний самим обучающимся;
- 8) все полученные в ходе работы результаты тестирования и снятые сигналы сохраняются на сервере.

Лабораторные работы могут быть 4 типов.

1. Лабораторная работа, которая предполагает изучение психофизиологии и нейрофизиологии человека и возможностей организма человека. Например, лабораторная работа раздела 5 занятия 3 "Создание персональной схемы 10-20".

2. Интеграция нейрофизиологии и инжиниринга. Целью такого типа лабораторных работ является изучение возможности управления робототехническими нейроустановками, созданными и разработанными самими обучающимися из конструктора Роботрек "Базовый" с использованием ресурсных наборов или нейроустановок, собранных по картам сборки, которые идут по тематике занятия. Управление такого типа нейроустановками при помощи сигналов мозга, сердца, потенциала мышц и КГР. Такая лабораторная работа состоит из двух частей: первая часть инжиниринг, в рамках которой обучающийся собирает нейроустановку и программирует ее, программирование может происходить двумя способами (использовать готовую программу или самостоятельно создать программу для нейроустановки, программирование происходит в среде RobotrackIDE). Вторая часть лабораторной работы заключается в съеме биоэлектрических сигналов человека и предоставлении возможности обучающимся использовать данный сигнал для управления нейроустановками. Данный тип лабораторной работы направлен на демонстрацию возможности человека и использовании физиологических показаний на практике. Например, лабораторная работа раздела 5 занятия 4 "электрофизиологические методы изучения мозга".

3. Инжиниринг.

Обучающийся разрабатывает или собирает по картам сборки нейроустановки, демонстрирующие работу нейрофизиологических процессов человека. Например, модель нейронной сети или "РобоМозг".

4. Работа с интерактивным приложением по изучению и закреплению знаний из области нейрофизиологии человека. Например, лабораторная работа раздела 2 занятия 4 "продолговатый мозг".

Таким образом, предлагаемый комплекс позволяет значительно повысить эффективность обучения и усвоения учебного материала при изучении основ психофизиологии, нейрофизиологии и специальностей в области нейротехнологий по сравнению с известными аналогами.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Цифровой обучающий комплекс для подготовки к перспективным профессиям в области нейрофизиологии, включающий рабочие места обучаемых с сетевыми компьютерами и программным обеспечением, сервер с программным обеспечением и средства коммуникации рабочих мест обучаемых с сервером, объединяющие их в локальную сеть, отличающийся тем, что рабочее место обучаемых включает нейрогарнитуру, электрогарнитуру и инженерный конструктор, компьютеры обучаемых содержат программное обеспечение, которое включает модуль сетевого сопряжения протоколов, модуль автоматического обновления системы, модуль сканирования сетевых устройств и функций, модуль CRM (расшифровка Customer Relationship Management), модуль преобразования сетевых адресов, модуль управления функциями и настройками, модуль интерфейса пользователей разного уровня, модуль хранения и архивирования данных, модуль правил доступа и безопасности, модуль статистики, модуль знакомства с функционалом системы, которые реализуют алгоритмы сопряжения рабочих мест с внешними устройст-



вами, сервером и сетью Internet, выполнения учебных заданий, сбора и хранения данных в рамках выполнения заданий, при этом программное обеспечение сервера включает модуль удаленных вычислений и базы данных полученных результатов.

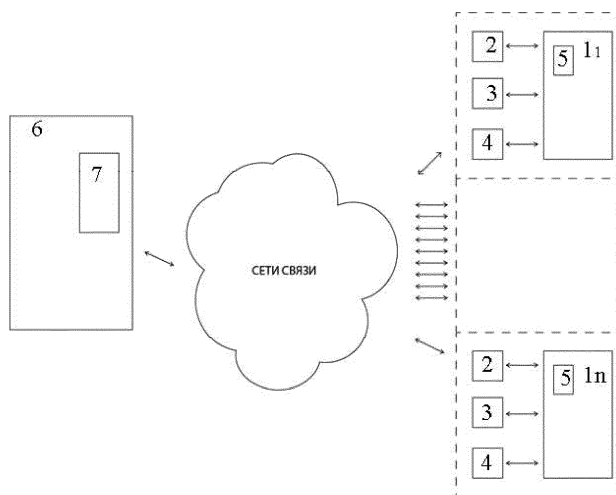
2. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что нейрогарнитура включает "сухие" датчики и усилитель сигналов, размещенные на шлеме.

3. Комплекс по п.2, отличающийся тем, что датчики выполнены с возможностью изменения места расположения на шлеме, для обеспечения возможности снятия сигналов с различных участков головного мозга.

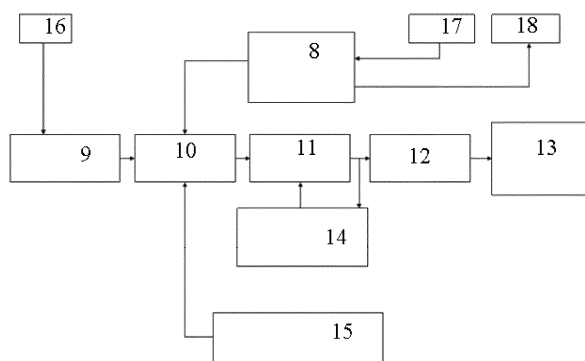
4. Комплекс по п.2, отличающийся тем, что усилитель сигналов состоит из последовательно соединенных входного блока усилителя с электродом отведения, блоком коммутатора, блоком малошумящего усилителя, блоком амплитудного ограничителя с НЧ фильтром и блоком многоканального АЦП, при этом блок коммутатора связан с блоком импедансометра, а также с референсным и нейтральным электродами через блок отрицательной обратной связи (ООС), причем к блоку малошумящего усилителя подключен параллельно блок отрицательной обратной связи для малошумящего усилителя со схемой подавления 50 Гц.

5. Комплекс по п.1, отличающийся тем, что в качестве инженерного конструктора применен конструктор Роботрек "Базовый", ресурсный набор Роботрек "Цветной TFT дисплей", ресурсный набор Роботрек "Датчики", ресурсный набор Роботрек "Аудиотрек", ресурсный набор Роботрек "Червячная передача", ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек", ресурсный набор Роботрек "Энерджитрек-мини".

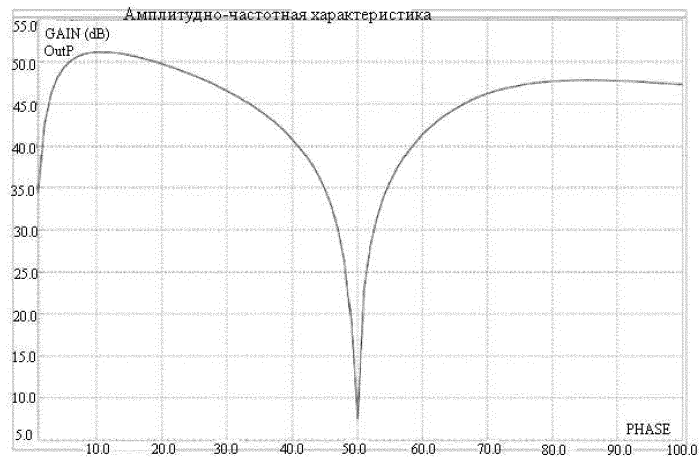
6. Комплекс по п.2, отличающийся тем, что в качестве "сухих" датчиков используют датчики DF6.17.



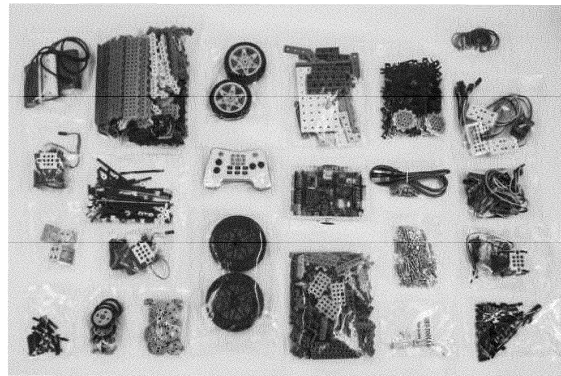
Фиг. 1



Фиг. 2

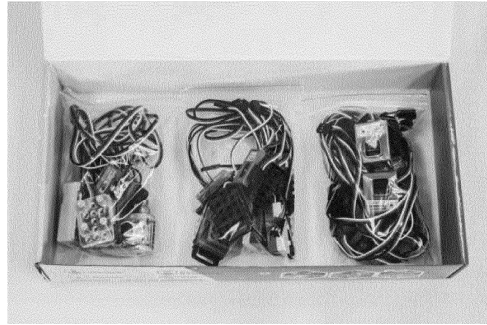


Фиг. 3

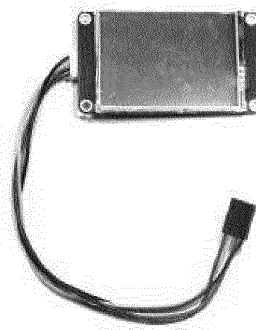


Фиг. 4

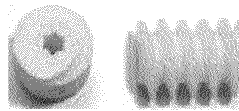
043774



Фиг. 5



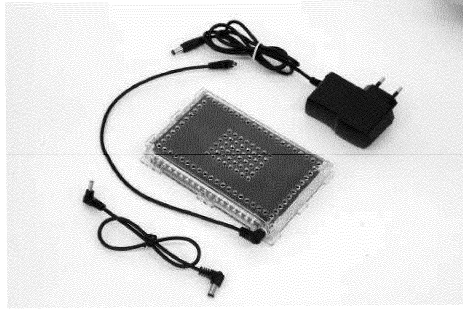
Фиг. 6



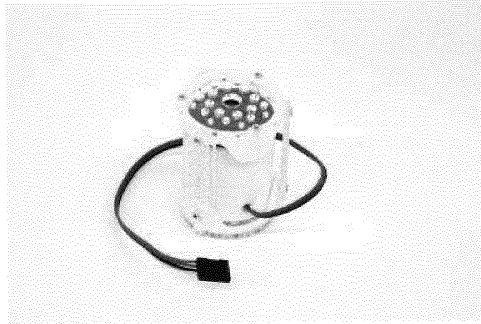
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10