

Секция «Психофизиология, когнитивные нейронауки и искусственный интеллект»

Биологическая обратная связь: теоретическое осмысление в парадигме культурно-исторической психологии. Возможности создания устройств для регистрации физиологических показателей на основе платформы Arduino

Научный руководитель – Митина Ольга Валентиновна

Бачкала Анна Петровна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет психологии, Москва, Россия

E-mail: annabachkala@gmail.com

Биологическая обратная связь (БОС) - это категория технологий, направленных на получение человеком информации о протекании тех или иных собственных физиологических процессов. В настоящее время происходит активное изучение возможностей использования БОС в различных сферах: от клинической реабилитации и психотерапии до игр с биоуправлением. В отечественной психологии традиционно уделяется малое влияние изучению бессознательных процессов (Хохлов, 2021). Технологии БОС представляют особый интерес, поскольку посредством внешних сознательно воспринимаемых внешних стимулов позволяют человеку научиться управлять неосознаваемыми процессами (Можейко, 2021; Плоткин, 2018).

Согласно генетическому закону культурного развития Л.С. Выготского: "...всякая функция в культурном развитии ребенка появляется на сцену дважды, в двух планах, сперва - социальном, потом - психологическом, сперва между людьми как категория интерпсихическая, затем внутри ребенка, как категория интрапсихическая." (1996, с. 3). С нашей точки зрения, подобно указательному жесту или узелку на память, БОС наделяет физиологические процессы собственными знаками, что выводит их в социальный план, и благодаря этому становится возможным сознательное управление.

Мы обнаружили возможность реализации БОС на базе электронной платформы Arduino, которая предельно упрощает процесс создания электронных устройств. Платы Arduino могут считывать и преобразовывать информацию с устройств ввода, отправлять информацию на устройства вывода, а также они обладают достаточной временной точностью, чтобы служить оборудованием для психологических лабораторий [D'Ausilio, 2012]. Мы приведем примеры уже созданных нами устройств, схемы и пояснение принципов работы мы готовы предоставить по запросу.

Аппаратное обеспечение включает в себя микроЭВМ Arduino, платы согласования (готовые или разработанные нами), гальваническую развязку, аккумулятор и при необходимости внешние устройства вывода. Программное обеспечение создается на упрощенной версии языка C++ в среде разработки Arduino IDE, которая обладает открытым исходным кодом и доступна для свободного скачивания (Arduino software (IDE), 2022). Наличие множества примеров и справочников существенно облегчает написание программ (Справочник по программированию Arduino, 2022). Также в Arduino IDE входит функция графического отображения интересующих переменных. Это можно использовать как обратную связь для испытуемого при отсутствии других устройств вывода. После написания программа загружается в плату Arduino через USB-кабель, без необходимости использовать внешние программаторы.

Мы стремились к тому, чтобы наши устройства соответствовали требованиям безопасности, предъявляемым к электрическим медицинским изделиям согласно ГОСТ Р 50267.0-92 (МЭК 601-1-88), однако подтвержденную сертификацию они не имеют. Все представленные в статье устройства подключаются через гальваническую развязку. Она передает сигнал между электрическими цепями компьютера и прибора без электрического контакта. Мы спроектировали свою собственную гальваническую развязку.

Датчик кожно-гальванической реакции представляет собой плату согласования, подключаемую к Arduino. Она обеспечивает допустимую нагрузку на испытуемого и преобразует кожное сопротивление в выходное напряжение в диапазоне 0-5 вольт для оцифровки. Мы используем способ измерения с фиксированным опорным напряжением 2,5 вольт и добавочным сопротивлением. При этом напряжение на электродах не превышает опорного, а ток, проходящий через испытуемого, не более 12 микроампер. Схема платы согласования выполнена на операционном усилителе типа rail-to-rail, он позволяет получить диапазон выходных напряжений до напряжения питания (в диапазоне 0-5 вольт). Полезный спектр сигнала выделяется с помощью фильтров частот (RC цепочек).

Для регистрации частоты сердечных сокращений методом фотоплетизмограммы был использован электронный оптический датчик PulseSensor со схемой, имеющейся в открытом доступе (Pulse Sensor schematic, 2022).

Датчик дыхания представляет собой эластичную герметичную камеру с избыточным давлением, которая закрепляется на испытуемом под опоясывающим ремнем. При дыхании происходит изменение объема грудной клетки и одновременно изменение давления в камере, которое измеряет внутренний датчик давления BMP180 и передает данные на плату Arduino. Таким образом, возможно регистрировать изменение объема верхнего и нижнего отдела грудной клетки.

Самостоятельная сборка открывает возможности модификаций и опытов вне лабораторных условий, однако требует верификации. Устройства, разработанные на платформе Arduino, недороги и могут быть адаптированы под конкретную задачу. Первые результаты показывают, что наши приборы повторяют измерения сертифицированной аппаратуры.

Широкая доступность возможности регистрации физиологических показателей может привести к злоупотреблению психофизиологическими тестированиями. Вопрос этики применения БОС остается открытым: управление физиологическими процессами не дано человеку изначально, это может иметь некоторый эволюционный смысл. Технологии не просто расширяют возможности человека, но и изменяют его отношение к реальности и становятся его продолжением (Тхостов, 2010).

Источники и литература

- 1) Выготский Л. С. История развития высших психических функций // Психологическая наука и образование. – 1996. – Т. 1. – №. 2. – С. 5-8.
- 2) Можейко Е. Ю., Петряева О. В. Обзор исследований использования БОС-терапии при реабилитации и восстановительном лечении пациентов неврологического профиля // Доктор. Ру. – 2021. – Т. 20. – №. 9. – С. 43-47.
- 3) Плоткин Ф. Б., Тукало М. И. Компьютерное биоуправление: новая технология в терапии аддикций // ББК 56.14 я43. – 2018. – С. 250.

- 4) Тхостов А. Ш., Емелин В. А. От тамагочи к виртуальному ошейнику: границы нейтральности технологий // Психологические исследования. – 2010. – №. 6. – С. 9.
- 5) Хохлов Н. А., Федорова Е. Д. Нейропсихология бессознательного: современное состояние, проблемы // National Psychological Journal. – 2021. – №. 1.
- 6) D'Ausilio A. Arduino: A low-cost multipurpose lab equipment // Behavior research methods. – 2012. – Т. 44. – №. 2. – С. 305-313.
- 7) Справочник по программированию Arduino [Электронный ресурс]. URL: <http://arduino.ru/Reference> (дата обращения: 31.01.2022).
- 8) Arduino software (IDE) [Электронный ресурс]. <https://www.arduino.cc/en/software> URL: (дата обращения: 31.01.2022).
- 9) Pulse Sensor schematic [Электронный ресурс]. URL: <https://pulsesensor.com/pages/open-hardware> (дата обращения: 31.01.2022).