

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Лицей современных технологий управления № 2» г. Пензы

# Аппаратный комплекс-тренажер «Braile Trainer» для самостоятельного изучения шрифта Брайля

**Автор:**

ученик 10 «В» класса,  
Елисеев Кирилл Алексеевич

**Руководители:**

учитель информатики высшей категории,  
Адамский Сергей Сергеевич;  
учитель информатики первой категории,  
Голикова Ирина Александровна.

Пенза, 2023 г.

## Оглавление

Введение.....	3
1. Теоретическая часть.....	4
1.1 Что такое азбука Брайля?.....	4
1.2. Обучения слепых детей чтению и письму с использованием шрифта Брайля .....	5
2. Практическая часть .....	6
2.1. Разработка функционала устройства.....	6
2.2. Сборка устройства.....	7
2.3. Разработка программного обеспечения.....	7
2.4. Создание корпуса устройства.....	8
2.5 Себестоимость .....	9
2.6. Апробация тренажера .....	9
Заключение .....	11
Список использованной литературы.....	11

## Введение

В современном мире в разных сферах общества активно ведётся процесс информатизации. В медицине, образовании, финансовом секторе и других областях сегодня просто невозможно представить взаимодействие между людьми без информационных технологий. Особенно активно сегодня информатизация происходит в сфере образования – электронные учебники, тренажёры и модели – всё это стало неотъемлемой частью образовательного процесса.

Особое внимание сейчас в образовании отводится детям с ограниченными возможностями здоровья, так же и их учителям оказывается значимая материальная поддержка государства. От того, насколько грамотным и актуальным будет обучение детей с особыми потребностями зависит их будущее, особенно скорость их адаптации к окружающему социуму. Чем современнее учебное оборудование, тем эффективнее происходит обучение.

Но не только государство заботится о людях с особенностями здоровья, но и ряд предпринимателей. Специальное оборудование крайне дорогое и специфичное. Потребность в особенных устройствах всегда высока ввиду их дороговизны и нераспространённости. Предприниматели это знают и предлагают свои услуги по высоким ценам ввиду инклюзивности вопроса. Например, говорящий самоучитель брайлевского шрифта «Умка-01» стоит 8000 Р, а самоучитель «Брайльбука» хоть и стоит дешевле (3090 Р), но обладает ограниченным функционалом. Возможно, самостоятельная сборка подобного устройства из доступных электронных компонентов имеет значительно меньшую себестоимость, чем у продуктов на рынке. Данное предположение стало предпосылкой к созданию проекта.

**Цель проекта:** разработка тренажера «Braille Trainer» индивидуального использования для организации индивидуального процесса обучения слабовидящих детей шрифту Брайля.

### Задачи:

- Проанализировать современные способы и методы обучения шрифту Брайля в специализированных образовательных учреждениях.
- Проанализировать рынок устройств для изучения шрифта Брайля для слабовидящих детей и выяснить актуальность проекта.
- Подобрать необходимые материалы и комплектующие для создания тренажера.
- Спроектировать устройство на основе микроконтроллера Arduino Nano.
- Озвучить набор букв для воспроизведения азбуки.
- Разработать программное обеспечение для устройства.
- Разработать и изготовить подходящий корпус для устройства.
- Апробировать разработку.
- Получить обратную связь.

Обучение чтению и письму по системе Брайля – достаточно сложный процесс. На данный момент в МБОУ СОШ №27 г. Пензы обучаются несколько слабовидящих детей, которые осваивают грамоту на основе шрифта Брайля. В ходе анализа средств обучения, используемых образовательным учреждением, было выявлено, что аппаратные тренажеры шрифта Брайля не используются ввиду их отсутствия. Дети имеют возможность изучать специальный шрифт только в школе с помощью учителя, либо в домашних условиях с родителями. Предлагаемая разработка позволит производить самостоятельное обучение, в том числе и дома.

## 1. Теоретическая часть

### 1.1 Что такое азбука Брайля?

Одно из важнейших достижений человечества для незрячих людей – тактильный шрифт по системе Брайля, благодаря которому они могут прочесть и написать любой текст. Рельефные тактильные сочетания шести точек позволяют передать все буквы и цифры и даже музыкальные, математические и научные символы. При помощи шрифта Брайля слепые и слабовидящие люди могут читать те же книги и периодические издания, которые печатаются визуальным шрифтом. Шрифт Брайля дает им возможность получать и передавать информацию и, таким образом, обеспечивает их трудоспособность, независимость и равноправное положение в обществе.

Данный шрифт (рис. 1) был придуман в 1824 году пятнадцатилетним французским подростком Луи Брайлем. Сын сапожника, в трехлетнем возрасте он повредил глаз ножом отца и потерял зрение. Свой рельефно-точечный шрифт подросток создал в 1824 году на основе так называемого «ночного шрифта», которым в то время пользовались военные для передачи донесений в темноте. В основе шрифта положены комбинации из точек. Для изображения букв в шрифте Брайля используются шесть точек, расположенных в два столбца, по три в каждом. Существует также восьмиточечная система Брайля, в которой содержатся еще две точки. Шеститочечная система позволяет закодировать  $2^6=64$  символа (63 информативных + пробел), восьмиточечная система —  $2^8=256$  символов (255 информативных + пробел).

У Брайля для обозначения первых букв алфавита служат верхние и средние точки шеститочия. Для обозначения последующих букв добавляется нижняя точка слева, потом слева и справа, затем справа. Различные комбинации шеститочия дают возможность обозначать также цифры, знаки препинания, математические, химические и нотные знаки.

Одной из особенностей шрифта Брайля является то, что процесс чтения осуществляется по выпуклым точкам, поэтому прокалывать их надо с обратной стороны листа (справа налево), а уже чтение происходит стандартно — слева направо. При чтении точки нумеруются по столбцам сверху вниз. Соответственно при записи они идут в обратном порядке.

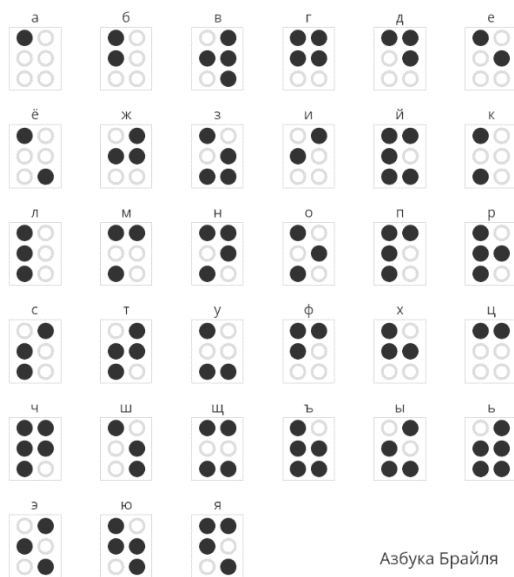


Рис. 1

Цифры в шрифте Брайля по начертанию совпадают с первыми буквами английского алфавита: 1=a, 2=b, 3=c и т. д. Перед написанием цифр необходимо поставить специальный символ-модификатор, обозначающий «числовой режим символов».

При конструировании своей системы точечных букв Брайль предложил такой размер знаков, который даёт возможность покрыть букву целиком кончиком читающего пальца, с таким расстоянием между точками, которое позволяло бы, при необходимости, разбирать отдельные точки. Знак, изображенный комбинацией рельефных точек высотой 0,6 миллиметра, диаметром — 1,4 миллиметра записывается в ячейке размером 4,2 миллиметра на 7 миллиметров. Написанный таким образом текст при определённом навыке легко распознается на ощупь. Он читается с помощью указательного пальца одной или обеих рук. Лёгкость чтения знаков и их компактность позволяют незрячему читателю достаточно быстро читать текст. На основе шрифта Брайля можно достичь скорости чтения 150 слов в минуту, что составляет примерно половину быстроты чтения зрячих.

В настоящее время система Брайля приспособлена для разных языков, даже китайского. Обладая навыком чтения по Брайлю, незрячий человек во многом упрощает себе жизнь: зная шрифт, он может прочитать произведения великих писателей, пользоваться интернетом с помощью «брайлевского дисплея», а также облегчает себе ориентирование в пространстве благодаря тактильным табличкам. [3]

## 1.2. Обучения слепых детей чтению и письму с использованием шрифта Брайля

Задачи начального курса обучения грамоте слепого ребёнка состоят в том, чтобы научить детей сознательно читать, грамотно писать, правильно и последовательно излагать свои мысли. Для успешного овладения системой Брайля необходимо, чтобы у ребёнка была достаточно развита тактильная чувствительность.

Развивать тактильную чувствительность пальцев необходимо на уроках коррекции мелкой моторики. Это всем известная и очень эффективная работа с крупами разной формы и размера (сортировка круп). Работа с мозаикой, конструктором, бумагой, фольгой, нитками, пластилином, глиной.

Обучение точечному шрифту начинается с показа правильной посадки за столом, положения головы, тела и движения рук. Далее необходимо познакомить детей с письменным прибором Брайля, грифелем, бумагой для точечного письма, научить правильно держать грифель (грифель нужно держать перпендикулярно к прибору).

Для обучения шрифту Брайля тифлопедагоги используют специальные средства обучения (рис. 2). Например, кубик-букву, который предназначен для обучения незрячих людей системе Брайля. С помощью трёх подвижных элементов, на которых размещены рельефные точки, можно составить букву или знак по системе Брайля.

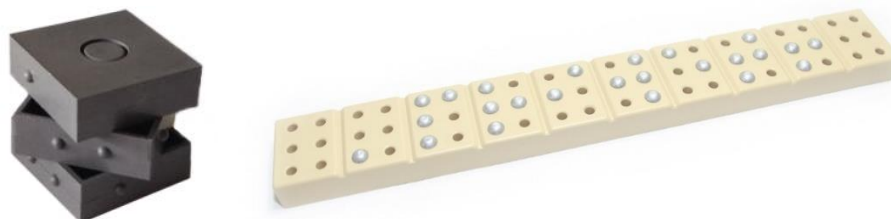


Рис. 2

Также в процессе обучения используется разборная азбука-колодка, которая выглядит как простая пластмассовая панель с проделанными в ней отверстиями, в которые необходимо вставлять выпуклые штифты. Процесс составления букв, цифр и слов на этом устройстве подразумевает набор их из небольших выпуклых штифтов на панели в соответствии с расположением их по системе Брайля. Во время чтения незрячий человек нащупывает их подушечками пальцев, за счет чего осуществляется восприятие и понимание набранного текста.

Постепенно дети овладевают процессом письма по системе Брайля. Ориентировка по строчке и клетке облегчается продвижением по строке пальцев левой руки перед грифелем, который держится правой рукой. Пальцы левой руки контролируют движение грифеля внутри клетки и указывают на направление вдоль строки. В письме принимают участие обе руки. Указательный палец левой руки помогает ориентироваться в клетке и находить соседнюю клетку. При выдавливании иглой точек в буквах нужно соблюдать определённую последовательность (движение по часовой стрелке внутри клетки, начиная с первой верхней точки).

Чтение по Брайлю проводится двумя руками. Важно требовать правильных приёмов при чтении. Двуручное чтение с использованием всех пальцев, расширяет поле восприятия, делает чтение непрерывным. Пальцы рук двигаются по строке слева направо. Недопустима вибрация рук и движение пальцев по буквам сверху вниз. Руки ребёнка должны двигаться спокойно, без нажима на точки. Прикосновение кончиков пальцев к букве должно быть полным, достаточным по продолжительности. [4]

## **2. Практическая часть**

### **2.1. Разработка функционала устройства**

Перед началом разработки устройства была изучена работа педагогов со слабовидящими детьми в МБОУ СОШ №27 г. Пензы. Были посещены учебные занятия детей с особенностями зрения, рассмотрен учебный инвентарь и другие средства обучения. При общении с самими детьми были выявлены их затруднения в освоении шрифта Брайля и прочие особенности обучения «из первых уст». Были выслушаны пожелания от педагогов школы относительно функций будущего тренажера.

В результате посещения образовательного учреждения, был сформирован список необходимых функций и было получено представление о системе работы с особенными детьми. Было решено создать устройство, которое не только помогало бы обучению чтению шрифта Брайля, но и имело бы возможность переключения на зеркальные знаки, используемые при письме. Помимо тренировки запоминания представления символов букв, была запланирована и реализация работы с символами цифр.

Для реализации всех функций устройство должно содержать следующие элементы на корпусе:

- Шесть кнопок для ввода шеститочия (шесть точек шрифта Брайля).
- Кнопка для звуковой проверки введенного символа.
- Кнопка переключения режима чтения и письма.
- Кнопка для переключения между режимами ввода цифр и букв.
- Выключатель устройства.

Для того, чтобы пользователь устройства тактильно определял, что кнопка, выполняющая роль точки в шрифте находится в нажатом или отжатом состоянии использованы кнопки с

видимой фиксацией. Каждая из шести кнопок в отжатом состоянии означает одну точку в шрифте. Таким образом, неактивные кнопки располагаются вровень с корпусом устройства, а активные слегка выпирают, имитируя точки шрифта Брайля.

## 2.2. Сборка устройства

Тренажёр было решено собрать на базе микроконтроллера Arduino nano. Данная платформа обладает рядом преимуществ:

- Низкая стоимость (Китайский аналог платы Arduino можно приобрести в розничных магазинах РФ от 300 рублей, а на заказ от 170 рублей).
- Простота использования (понятная среда программирования, открытый код, большое комьюнити и его активная поддержка).
- Большое разнообразие подключаемых модулей и датчиков.
- Доступность необходимых компонентов.

Именно плата Arduino nano была выбрана из-за ее размеров (42x19 мм) и достаточной для поставленных задач вычислительной мощности.

Для сборки потребовались следующие компоненты:

- Плата Arduino nano.
- Модуль mp3-tf-1бр для воспроизведения mp3 файлов.
- Динамик мощностью 2 Вт, 8 Ом.
- 9 кнопок.
- Выключатель.
- Соединительные провода.
- Набор для пайки (паяльник, олово, флюс).
- Макетная плата.
- Батарейка типа «крона» на 9 вольт.

Схему устройства спроектирована при помощи среды для создания электронных схем EasyEDA. Эта платформа позволяет автоматизировать процесс изготовления печатных плат, визуализировать схему устройства, удобно развести провода, включает в себя большое количество электронных модулей и компонентов.

Предварительная сборка тренажера осуществлялась на безопасной макетной плате. Плата позволяет легко изменять и дорабатывать схему. После написания программного обеспечения и проверки работоспособности, собранная установка была перенесена на плату для пайки.

## 2.3. Разработка программного обеспечения

Скетч для тренажера написан на языке C. Используются библиотеки «DFPlayerMini\_Fast» и «SoftwareSerial». Первая позволяет работать с цифровым модулем «mp3-tf-1бр», а вторая позволяет реализовать последовательный интерфейс на любых цифровых выводах Arduino.

Для создания программного обеспечения также потребовались файлы «.mp3», содержащие озвученные буквы и названия режимов работы. Эти файлы были созданы при помощи онлайн синтезатора речи на основе искусственного интеллекта [voicebot.su](http://voicebot.su).

При написании скетча используется оператор условия «if». Проверяется нажатие клавиш, и если нажата определенная комбинация кнопок, то выполняется команда воспроизведения соответствующего звукового файла. Если набранная комбинация кнопок не соответствует ни одному символу в шрифте Брайля, то издается звуковой сигнал ошибки.

Ознакомиться с созданным скетчем первой версии можно по следующей ссылке: <https://vk.cc/ckqq93>.

## 2.4. Создание корпуса устройства

Последним этапом в создании устройства тренажера шрифта Брайля стало изготовление тестового (чернового) корпуса. К нему было предъявлено несколько требований. Он должен был быть достаточно вместительным, строгим и практичным, иметь отверстия для динамика, иметь крышку для удобной замены батарейки и, самое главное, кнопки в нажатом состоянии должны быть вровень с самим корпусом.

Модель устройства создавалась в онлайн редакторе для 3D моделирования «Tinkercad» (рис. 3). А затем корпус был напечатан в «Кванториуме» МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы, на 3D принтере Zenit (рис. 4). Модель разделена на несколько частей: передняя панель, задняя крышка, отсек для батарейки и 9 кнопок. Высота кнопок была подобрана путём нескольких итераций печати с разными параметрами высоты детали. Для печати этих деталей потребовался один рабочий день несколько дней и примерно 3 метра пластика PLA.

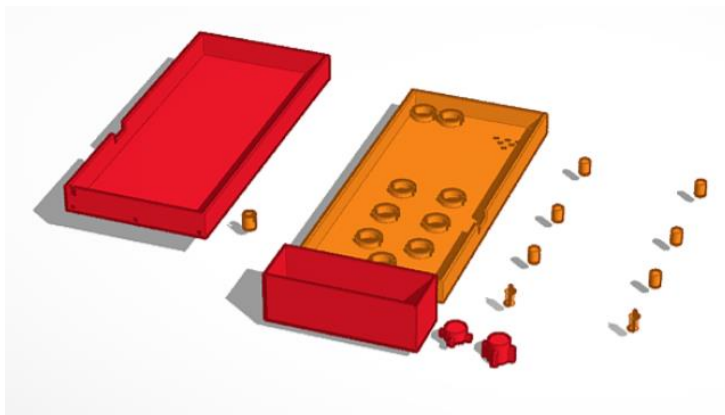


Рис. 3

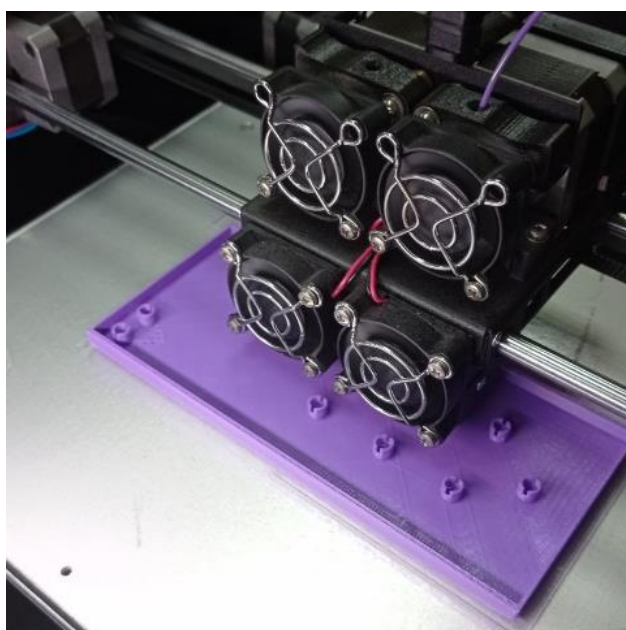


Рис. 4



## 2.5 Себестоимость

Примерные затраты на один экземпляр аппаратного тренажера «Braille Trainer» представлены в таблицах ниже.

Денежные затраты:

<b>Комплектующие</b>	<b>Стоимость, руб.</b>
Плата Arduino nano	175
Макетная плата для пайки	50
MP3-TF-16P	83
Динамик 8 Ом 2 Вт	46
Кнопки тактильные с фиксацией 9 шт.	108
Кнопка-переключатель	24
Пластик для печати на 3D принтере	300
SD карта	179
<b>Всего</b>	<b>965</b>

Большинство комплектующих было приобретено в зарубежном розничном интернет-магазине. Если покупать похожие комплектующие в РФ, то они будут стоить значительно дороже. Если же организовывать серийное производство и сделать оптовую закупку комплектующих, то их стоимость существенно уменьшится.

Временные затраты:

<b>Вид деятельности</b>	<b>Время, ч</b>
Сборка	2
Запись аудио озвучки азбуки	2
Пайка и отладка	5
Написание скетча	9
Изготовление корпуса	10
<b>Всего</b>	<b>28</b>

Просчет себестоимости изготовленного устройства доказывает завышенную стоимость аналогичных приборов, имеющих меньший набор функций.

## 2.6. Апробация тренажера

После того как тестовый образец тренажера был создан, состоялось повторное посещение МБОУ СОШ №27 г. Пензы, где обучаются дети с нарушением зрения. Состоялась встреча с обучающимся второго класса. Ребенок с удовольствием проверял свои знания уже известных ему комбинаций точек в шрифте и с неподдельной радостью слушал звуковое воспроизведение введенных им символов. Обучающийся попробовал всевозможные режимы работы с тренажером: ввод букв, цифр, использовал тренажер в режиме письма и в режиме чтения. До этого с подобным устройством ему не приходилось работать. Мальчик при использовании воспринимал тренажер как развивающую игрушку, то есть обучение шрифту Брайля с помощью аппаратного комплекса получилось в игровой форме (рис. 5).



Рис. 5



Рис. 6

Педагоги, работающие с особенными детьми в этой школе, также оценили разработку, отметив, что выучить шрифт Брайля с помощью этого тренажера будет проще и быстрее (рис. 6). Причем ребенок сможет выучить нужные комбинации самостоятельно без помощи взрослых.

Педагоги предложили использовать тренажёр своим коллегам, которым предстоит работать со слабовидящими детьми в основной школе. В настоящее время в условиях инклюзивного обучения дети с нарушениями зрения имеют право обучаться в любой общеобразовательной школе. И школа обязана создать условия для обучения детей с особенностями здоровья. Педагоги вынуждены обучаться новым методикам и приобретать нужные знания для работы в том числе и со слабовидящими детьми.

## **Заключение**

В век цифровых технологий, когда компьютерной грамотности придается все большее значение, чтение и письмо по системе Брайля остается для слепого ребенка обязательным и необходимым условием для его качественного обучения, развития и социализации.

В результате выполнения проекта был спроектирован и реализован аппаратный тренажер «Braile Trainer», позволяющий облегчить процесс обучения слепых детей, сделать его самостоятельным, добавить в него игровой компонент. Для выполнения поставленной цели были решены все необходимые задачи. В том числе осуществлена апробация изготовленного продукта в одной из общеобразовательных школ, где обучаются дети с нарушениями зрения. Первое использование показало, что данный тренажер можно применять для обучения или самостоятельного изучения шрифта Брайля слепыми детьми младших классов. Так как в настоящее время такие дети могут обучаться и в обычных школах в условиях инклюзии, многим педагогам самим может потребоваться обучение шрифту Брайля. Тренажер может помочь работникам сферы образования, работающим с детьми с нарушениями зрения.

В будущем работа над этим проектом будет продолжена. В перспективе станет возможным добавление в устройство распознавание символов иностранных языков, так как слабовидящие дети так же, как и здоровые в школе изучают иностранные языки. Для детей, обучающихся в музыкальных школах можно добавить возможность изучения нот.

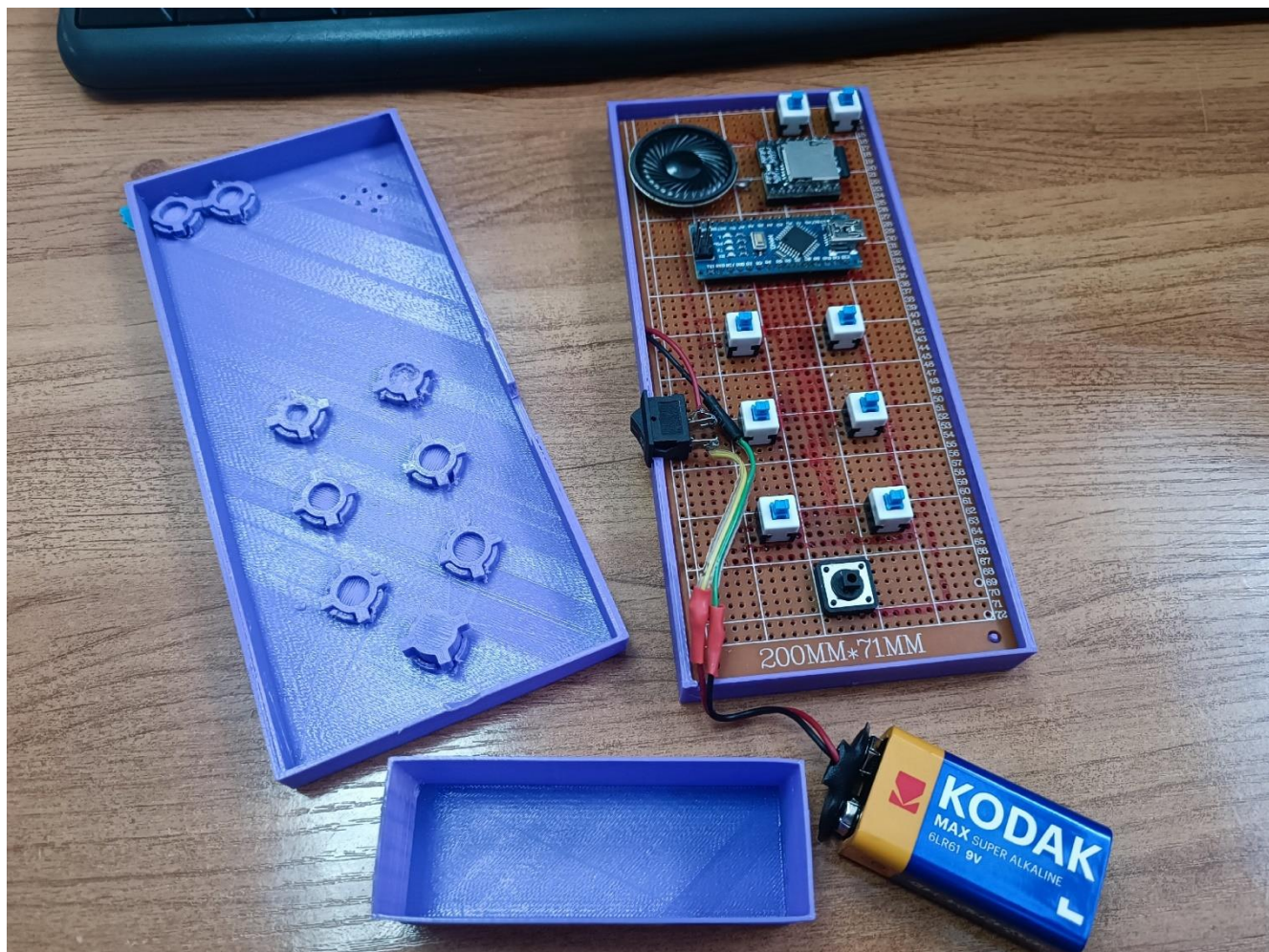
Мы вместе входим в новый век, когда люди с ограниченными возможностями здоровья становятся полноценными участниками общества. Но, без специальных гаджетов, таких как данный проект, адаптироваться будет непросто.

## **Список использованной литературы**

1. Леушева М. Г., Денискина, В.З., Методика ускоренного запоминания основных знаков (букв, цифр, знаков препинания) рельефно-точечной системы Брайля. – М.: ИПТК «Логос» ВОС, 2006.
2. Обучение письму и чтению по системе Брайля /под ред. Г. В. Никулиной. - СПб.: КАРО, 2006.
3. Точечный шрифт // Орфографика URL: <https://орфографика.рф/raznoe/tochechnyj-shrift-tochechnyj-shrift-skachat.html> (дата обращения: 23.12.22).
4. Особенности обучения грамоте слепых детей в школе первой ступени // сайт Верхнепышминской школы-интерната им. С. А. Мартиросяна URL: <http://mart-school.ru/osobennosti-obucheniya-gramote-slepyh-detej-v-shkole-pervoj-stupeni> (дата обращения: 25.12.22).



Приложение 1. Устройство в разборе и сборе





## Рецензия

на работу К. А. Елисеева

### «Аппаратный комплекс-тренажер «Braille Trainer» для самостоятельного изучения шрифта Брайля»

Настоящая работа посвящена реализации DIY-устройства в рамках реализации инклюзивного образовательного процесса.

В основе работы лежит принцип создания обучающих аппаратных тренажёров, позволяющих мгновенно получить обратную связь от устройства при проверке каких-либо действий со стороны пользователя устройства.

Разработанный продукт имеет ряд отличительных особенностей от существующих аналогов. Реализованы режимы проверки знаний шрифта Брайля в формате записи, что не представлено в подобных устройствах на рынке. Прекрасными дополнениями являются проверка написания цифр. Устройство полностью автономно и не требует какой-либо настройки. Имеет понятный интерфейс и работает от одной батарейки типа «Крона».

В результате разработки получен продукт, рекомендуемый для использования в общеобразовательных организациях, реализующих инклюзивное обучение детей с нарушениями зрения. Доступно и персональное использование в домашних условиях. Устройство озвучивает все действия пользователя, что облегчает эксплуатацию для слабовидящих людей.

Автором были изучены и проанализированы аналоги. На основе анализа и изучения потребностей в обучении слабовидящих детей был произведён синтез требований к новой разработке. В работе предоставлены ссылки на исходный код проекта. В ходе разработки было использовано периферийные устройства, совместимыми с платформой «Ардуино». Корпус продукта был изготовлен самостоятельно на 3д-принтере. Всё это говорит о высоких навыках проектирования и профессионализме разработчика.

Подводя итог, следует отметить большой вклад автора, поскольку разработана не просто концепция устройства, а реализован готовый рабочий прототип тренажёра, который был апробирован в реальных условиях на базе МБОУ СОШ №27 г. Пензы.

Работа (проект) заслуживает внимания и высокой оценки, поскольку несёт высокую практическую значимость и выполнен на достойном уровне.



А. А. Долов,

директор МБОУ СОШ №30 г. Пензы,

кандидат технических наук.

12.01.2023