

Управление образования г. Пензы
МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы

УСТРОЙСТВО «КУБ БРАЙЛЯ»
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ШРИФТА БРАЙЛЯ

Выполнил:

Мисулин Александр Сергеевич
обучающийся МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы

Руководитель:

Адамский Сергей Сергеевич,
*учитель информатики
МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы*

Консультант:

Елисеев Кирилл Алексеевич

Пенза, 2025

Содержание

Введение.....	3
1. Общие сведения.....	4
1.1 Краткая историческая справка.....	4
1.2 Устройства для обучения шрифту Брайля	5
2. Практическая часть	6
2.1 Накопленный опыт предыдущих итераций разработки.....	6
2.2 Разработка концепции нового устройства	7
2.2.1 Внешний вид.....	7
2.2.2 Логика работы.....	8
2.2.3 компоненты устройства	9
2.2.4 Оптимизация энергопотребления.....	12
2.2.5 Механика подъёма стержней при помощи сервоприводов.....	12
Заключение.....	13
Список использованных источников.....	14
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Файлы проекта.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Анализ ближайших аналогов	15

Введение

В современном мире технологии играют важную роль в улучшении качества жизни людей с ограниченными возможностями. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), около 15% мирового населения живут с какой-либо формой инвалидности, и это число продолжает расти. Одной из таких технологий является система Брайля, которая позволяет незрячим и слабовидящим людям читать и писать. Однако, несмотря на её значимость, обучение системе Брайля может быть сложным и трудоёмким процессом.

Целью проектной работы является разработка устройства «Куб Брайля» – недорогого решения, которое дополнит процесс обучения шеститочию Брайля. Идеей является устройство, способное озвучивать набранные символы, а также демонстрировать их слабовидящим пользователям с помощью поднимающихся столбиков. Формфактор куба позволяет размещать интерактивные элементы на гранях корпуса, а игровые механики способствуют эффективному освоению системы Брайля не только незрячим и слабовидящим людям, но и всем, кому это необходимо.

Для достижения цели были поставлены следующие ключевые задачи:

- исследовать существующие решения;
- разработать концептуальный дизайн;
- осуществить техническую разработку и тестирование продукта;
- произвести апробацию;

Согласно статистике, около 285 миллионов человек в мире имеют значительные проблемы со зрением, из которых 39 миллионов являются слепыми. Эти цифры подчёркивают важность разработки доступных и эффективных образовательных инструментов для людей с нарушениями зрения.

Одной из ключевых проблем, с которой сталкиваются незрячие и слабовидящие люди при обучении шрифту Брайля, является высокая стоимость специализированных устройств. Разработка и производство таких устройств требуют значительных инвестиций в исследования и разработки, использования высококачественных материалов и сложных технологий. Кроме того, ограниченный рынок и необходимость индивидуальной настройки увеличивают затраты на единицу продукции. В результате многие нуждающиеся не могут позволить себе приобрести эти устройства, что ограничивает их доступ к образованию и самостоятельности. Решение этой проблемы требует комплексного подхода, включающего снижение затрат на разработку и производство.

Устройство будет сочетать в себе игровые, тактильные и аудиальные методы обучения, что делает его наиболее универсальным инструментом. Мы

верим, что «Куб Брайля» станет важным шагом на пути к инклюзивному образованию и поможет сделать процесс обучения более доступным и увлекательным для всех.

1. Общие сведения

1.1 Краткая историческая справка

Шрифт Брайля, также известный как система Брайля, является тактильной системой письма и чтения для незрячих и слабовидящих людей. Его создание и развитие стали важным шагом в истории адаптивных технологий, значительно улучшив качество жизни и возможности для обучения и общения людей с нарушениями зрения.

История шрифта Брайля начинается в начале XIX века. В 1821 году французский офицер Шарль Барбье разработал систему тактильного письма, известную как "ночное письмо" или "сонная азбука". Эта система была предназначена для военных целей, чтобы солдаты могли обмениваться сообщениями в темноте без использования света. Система Барбье использовала комбинации точек и тире, выдавленных на бумаге, и была достаточно сложной для повседневного использования [1].

В 1824 году молодой французский учитель Луи Брайль, который сам был незрячим с детства, узнал о системе Барбье и решил адаптировать её для обучения незрячих людей. Брайль упростил систему, сократив количество точек до шести и создав более логичную и удобную структуру. В 1829 году он представил свою систему, которая стала известна как шрифт Брайля [2].

Шрифт Брайля быстро получил признание и начал распространяться по всему миру. В 1837 году Луи Брайль опубликовал первое полное описание своей системы, что способствовало её дальнейшему развитию и внедрению. В течение XIX и XX веков шрифт Брайля был адаптирован для различных языков и алфавитов, что сделало его универсальным инструментом для незрячих людей по всему миру [3].

Сегодня шрифт Брайля остаётся основным средством письма и чтения для незрячих и слабовидящих людей. Он используется в образовательных учреждениях, библиотеках, на указателях и в других сферах, обеспечивая доступность информации и возможность полноценного участия в общественной жизни. Развитие технологий, таких как электронные дисплеи Брайля и программное обеспечение для преобразования текста в шрифт Брайля, продолжает расширять возможности и улучшать качество жизни людей с нарушениями зрения [4].

1.2 Устройства для обучения шрифту Брайля

Существует множество устройств, которые помогают незрячим и слабовидящим людям обучаться шрифту Брайля:

1. Брайлевские дисплеи.
2. Брайлевские принтеры.
3. Брайлевские пишущие машинки.
4. Обучающие устройства.
5. Программное обеспечение для преобразования текста.
6. Брайлевские клавиатуры.

Электронные брайлевские дисплеи отображают текст в виде поднимающихся точек, которые можно читать на ощупь. Они подключаются к компьютерам или другим устройствам и позволяют пользователям читать текст в реальном времени. Примеры: BrailleNote, Braille Sense. Существуют портативные варианты: Orbit Reader 20, Brailliant VI.

Брайлевские принтеры печатают текст на специальной бумаге в виде выпуклых точек. Они используются для создания тактильных книг, документов и других материалов. Примеры: Index Braille Embosser, Enabling Technologies Braillo.

Механические брайлевские пишущие машинки позволяют пользователям вручную набирать текст на бумаге в виде выпуклых точек. Примеры: Perkins Brailler. Существуют и электронные версии, которые могут подключаться к компьютерам и другим устройствам для набора и редактирования текста. Примеры: Mountbatten Brailler.

Существуют специальные игрушки и кубики с выпуклыми точками, которые помогают детям учиться распознавать и набирать символы Брайля.

Интерактивные обучающие системы используют звуковые подсказки и тактильные элементы для обучения шрифту Брайля. Примеры: Braille Tutor, Talking Type.

Программное обеспечение для преобразования текста превращают обычный текст в шрифт Брайля и наоборот. Примеры: Duxbury Braille Translator, BrailleBlaster.

Специализированные клавиатуры с тактильными метками, которые помогают пользователям набирать текст на Брайле: BrailleKey, BrailleDisplay Keyboard.

В МБОУ СОШ №27 г. Пензы помимо специальной учебной литературы для работы со слабовидящими детьми используются: тетрадь для письма по Брайлю, кубик-букву, колодку, планшет-увеличитель.



Рис. 1, используемые средства для обучения.

2. Практическая часть

2.1 Накопленный опыт предыдущих итераций разработки

В 2022 году в МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы совместно с МБОУ СОШ №27 г. Пензы было разработано устройство «Braile Trainer» за авторством Елисеева Кирилла Алексеевича, выпускника лицея. Данный проект был разработан в формате «open source» и спустя 2 года данный проект был взят на переработку, где Кирилл Алексеевич выступил в роли консультанта и передал нам накопленную обратную связь от профильных экспертов и преподавателей.



Рис. 2, архивные фото встречи Елисеева Кирилла с преподавателями МБОУ СОШ №27 г. Пензы и фото устройства

Устройство первой версии обладает режимами чтения и письма, наборами кириллических символов и цифрами. Принцип работы прост: одна отжатая кнопка обозначает точку в шрифте Брайля, а нажатые кнопки физически утоплены в корпус прибора и не должны считываться пользователем. «Braile Trainer» воспроизводит звук символа, если комбинация точек шрифта набрана верно.

В ходе апробации выяснилось, что режим письма в виде имитации точек кнопками с фиксацией оказался неэффективным и интуитивно непонятным, так как дети обучаются письму при помощи продавливания отверстий в бумаге, а кнопка, наоборот – возвышается над корпусом при нажатии, что вызывает путаницу. Поэтому от данного режима было рекомендовано отказаться в

подобной реализации. Ряд сомнений у экспертов вызывало расстояние между точками. Также была рекомендация использовать аккумуляторные батареи совместно щелочных с целью их зарядки, а не постоянной замены. Было получено замечание о том, что для работы с тренажёром уже были нужны знания алфавита из-за чего идея самостоятельной работы с устройством теряла свою ценность.

2.2 Разработка концепции нового устройства

2.2.1 Внешний вид

С учётом вышеописанных замечаний и предложений был разработан концепт переработанного, нового устройства – «Куб Брайля».

Куб состоит из двух рабочих сторон: сторона ввода символа, сторона вывода символа. Для навигации в меню выбора режимов и символов предусмотрены 3 функциональные кнопки: одна на стороне ввода (для подтверждения и выбора) и две симметрично по бокам для переключений режимов (рисунок 3).

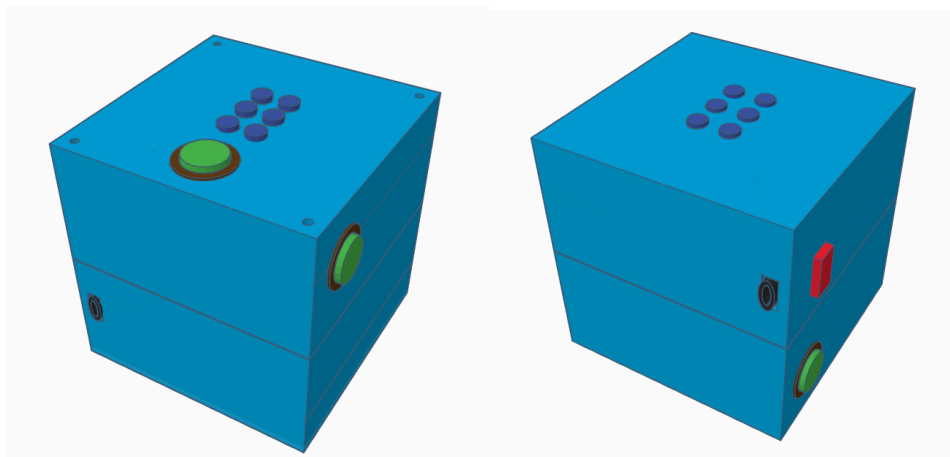


Рис 3. Модель куба

Концепт устройства обладает размерами 88x88x88 мм. Диаметр точек шрифта 6,5 мм. На корпусе предусмотрены отверстия для выключателя и порта USB-C для зарядки. Две половинки корпуса стягиваются между собой при помощи винтов М3. Стержни для имитации точек в шрифте имеют цилиндрическую форму с ограничителями по бокам (рисунок 4).

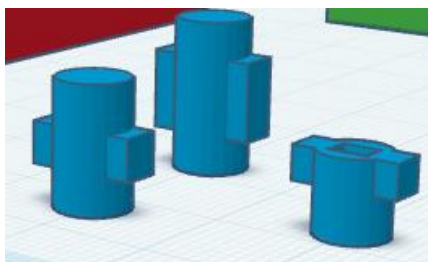


Рис 4. Модели стержней куба

Внутри, за стороной вывода символа предусмотрены пазы для установки блока сервоприводов, также для стержней предусмотрены направляющие отверстия. За стороной ввода символа предусмотрены пазы для фиксации макетной платы и направляющие для стержней (рисунок 5).

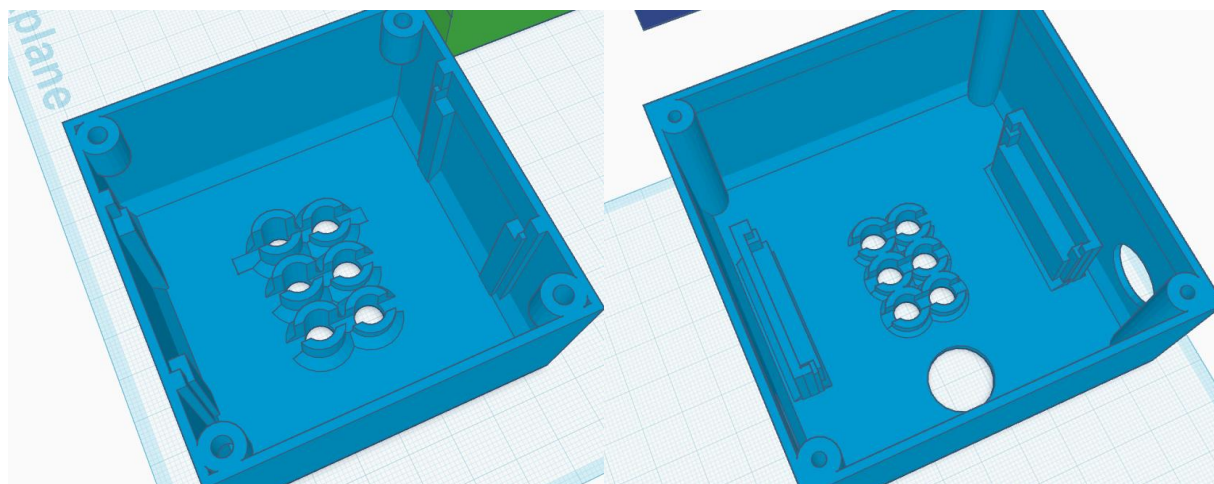


Рис 5. Модель куба изнутри.

Все 3D модели были выполнены в среде tinkercad.

2.2.2 Логика работы

Устройство общается с пользователем при помощи звуковых уведомлений из динамика. При включении устройства пользователь может выбрать один из 4 режимов работы, переключаясь между ними при помощи левой функциональной кнопки:

1. Режим свободного набора (свободная практика по набору символов шеститочия) во время которого пользователь вдавливая или высвобождает кнопки с фиксацией, тем самым набирая один из символов шрифта Брайля. Проверка ввода осуществляется при нажатии на верхнюю большую кнопку.

2. Режим изучения (пролистывание набора символов влево/вправо) во время которого на стороне вывода шрифта подвижные механизмы выдвигают стержни шеститочия для распознавания символа пользователем через тактильный контакт. Во время демонстрации символа выполняется озвучивание символа устройством.

3. Режим повторения (практическое упражнение), во время которого пользователю демонстрируется случайный символ из выбранного набора на стороне вывода и предлагается повторить расположение точек на стороне ввода. Если символ введен верно, то работа режима начинается заново.

4. Режим «Викторина» (практическое упражнение), во время которого пользователю воспроизводится звук символа и предлагается его набрать на стороне ввода без подсказок. При верном вводе работа режима начинается заново.

Во время работы пользователь может переключаться между наборами символов, нажимая на правую функциональную кнопку:

1. Кириллический символы.
2. Латинские символы.
3. Цифры.
4. Знаки препинания.
5. Арифметические операции.

Для выхода в меню выбора режима необходимо дважды нажать кнопку выбора на стороне ввода (сверху). Упрощённая логика работы представлена на рисунке 6.

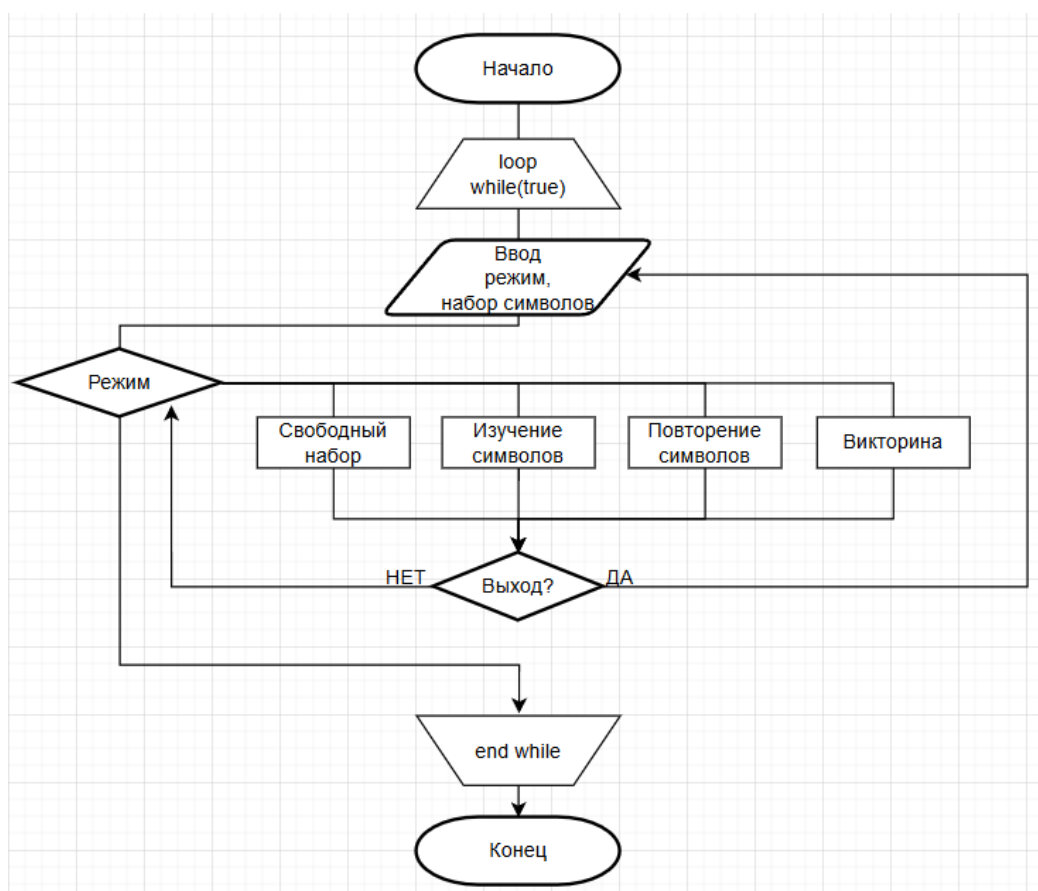


Рис. 6, логика работы куба.

Данные о том, как должны выглядеть различные символы в шрифте Брайля были взяты из пособия «Условные обозначения по системе Брайля при обучении математике и языку» [5].

2.2.3 компоненты устройства

Для прототипирования и реализации аппаратной части устройства были приобретены и использованы следующие компоненты и расходные материалы:

№	название	цена	кол-во	стоимость
1	сервомотор sg90	80	6	480
2	кнопка с фиксацией	34	6	204
3	катушка (1 кг) пластика для печати ABS	1333	1	1333
4	болт М3 50мм	5	4	20
5	гайка вплавляемая М3	3	4	12
6	кнопка без фиксации с пружинным механизмом	65	3	195
7	переключатель (маленький)	10	1	10
8	макетная плата	90	5	450
9	набор термоусадок	150	1	150
10	модуль заряда TP4056	100	3	300
11	повышающий DC-DC преобразователь	100	1	100
12	набор резисторов	100	1	100
13	набор проводов с клеммами	300	1	300
14	разъем type-c	100	1	100
15	аккумулятор 1100 mA/h	450	2	900
16	динамик	80	1	80
17	dfPlayer	250	1	250
18	arduino nano	300	1	300
19	карта sd	250	1	250
				5534 руб.

Компоненты были соединены между собой по следующей схеме:

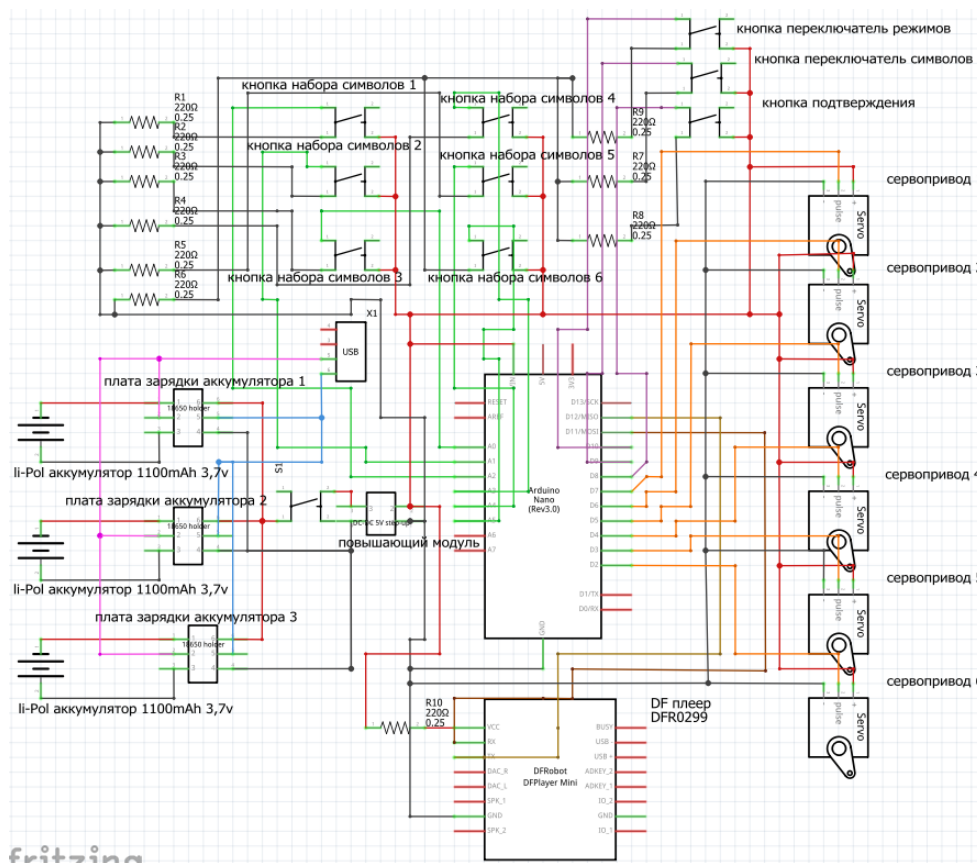


Рис. 7, схема устройства.

Корпус был распечатан из ABS пластика на 3D-принтере. Этапы сборки представлены на рисунке 8.

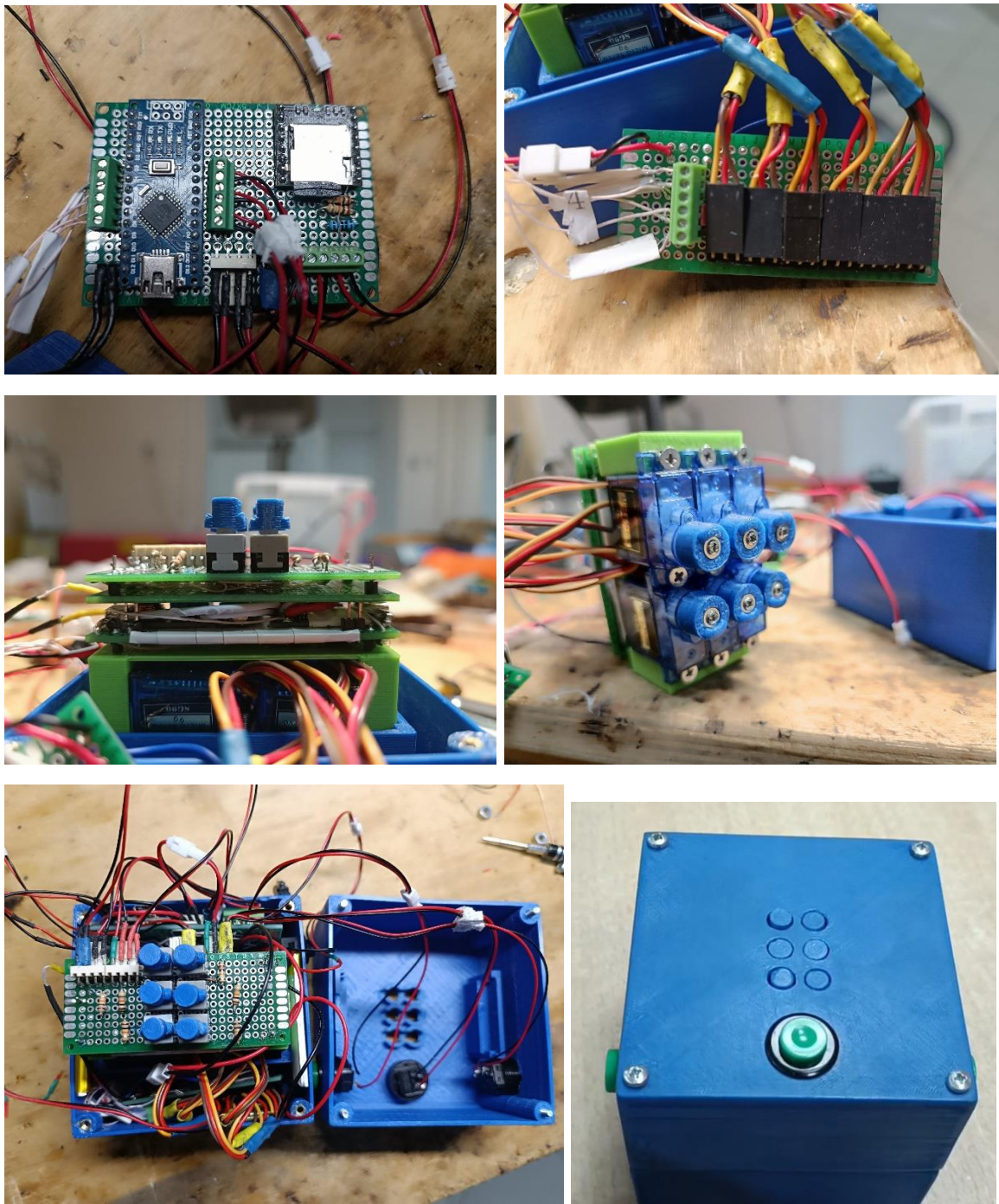


Рис. 8, этапы сборки.

Внутреннее устройство куба поделено на несколько плат:

- маршрутизация сервоприводов;
- плата микроконтроллеров;
- плата управления питанием;
- плата с кнопками ввода (с режимом фиксации).

2.2.4 Оптимизация энергопотребления

Так как в устройстве функционируют плеер и 6 сервомоторов, то особое внимание было уделено распределению энергопотребления. Во время работы сервомоторов были зафиксированы просадки питания до полутора ампер, а во время работы модуля воспроизведения звуковых файлов потребление увеличивалось на 600 миллиампер.

Для сглаживания просадок питания в схему был добавлен конденсатор на выход повышающего модуля. Во время работы устройства не допускается одновременная работа звукового модуля и сервоприводов. Сервоприводы программно отключаются сразу же после выполнения заданного поворота. Сервоприводы выполняют команды последовательно, одновременная работа сервоприводов не допускается.

Таким образом два аккумулятора 1100 мА/ч, подключенных параллельно, дают в общей сложности 2200 мА/ч и покрывают потребление компонентов устройства. В устройстве заложена возможность увеличения ёмкости добавлением третьей батареи (опционально) для повышения времени работы от 1 заряда.

Устройство работает до 6 часов в режиме активного использования и до суток в режиме простоя.

2.2.5 Механика подъёма стержней при помощи сервоприводов

Подъём стержней выполняется за счёт разработанной накладке на сервопривод, выталкивающей стержень вверх (рисунок 9).

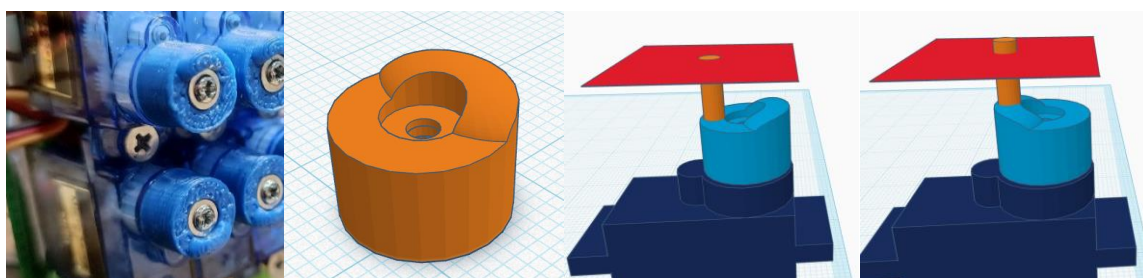


Рис. 9, механика работы подъёма стержней

Код для микроконтроллера и другие файлы представлены в приложении 1 к работе.

Сравнение с ближайшими аналогами представлено в приложении 2.

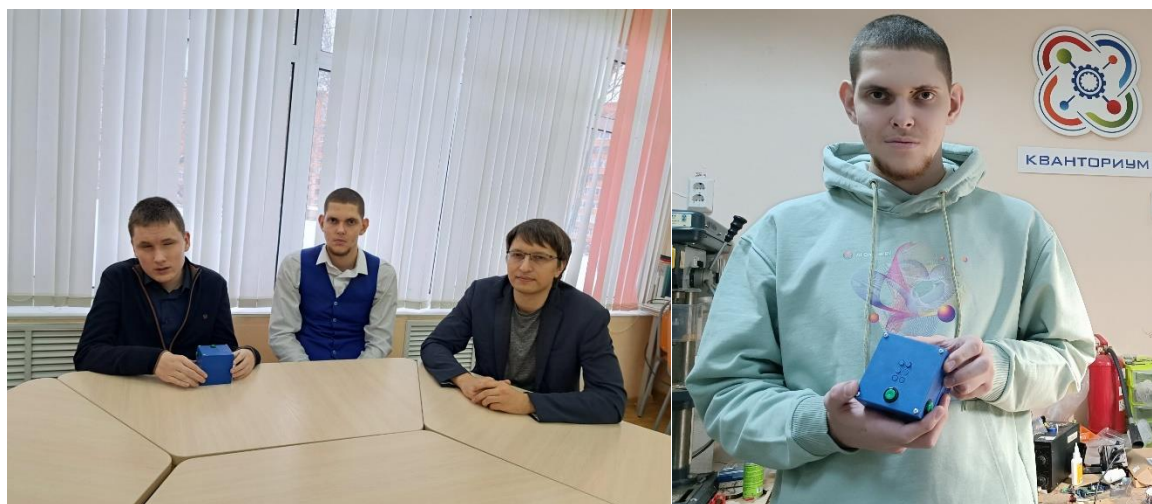
Заключение

Разработка устройства «Куб Брайля» представляет собой вклад в направлении создания доступных и эффективных образовательных инструментов для людей с нарушениями зрения. Основная цель проекта была достигнута – было создано устройство, которое имеет преимущество перед аналогами и способно дополнить процесс обучения шеститочию Брайля, делая его более доступным и увлекательным для всех пользователей, включая незрячих и слабовидящих людей.

Устройство «Куб Брайля» предлагает недорогое и интерактивное решение для обучения шрифту Брайля (несмотря на то, что это штучное производство прототипа, его себестоимость оказалась меньше, чем коммерческие продукты со схожими функциями). Оно сочетает в себе игровые, тактильные и аудиальные методы обучения, что делает его универсальным инструментом.

Концепция устройства включает две рабочие стороны: сторону ввода символа и сторону вывода символа. Функциональные кнопки обеспечивают навигацию в меню выбора режимов и символов. Логика работы устройства включает четыре режима: свободный набор, изучение, повторение и «Викторина»

С учётом всех доработок в МБОУ СОШ №27 г. Пензы состоялась апробация «куба Брайля». После небольшого инструктажа по работе с устройством дети смогли самостоятельно использовать все его возможности. В ходе опроса дети поделились положительными впечатлениями и выразили надежду на то, что они смогут воспользоваться кубом в будущем снова.



Устройство «Куб Брайля» обладает потенциалом стать важным инструментом в инклюзивном образовании. Разработка и внедрение таких инновационных решений способствуют улучшению качества жизни людей с нарушениями зрения и их интеграции в общество. В перспективе будет вестись работа над уменьшением конструкции и добавлению новых функций. Будет

осуществлён поиск грантовых направлений для финансирования производства и патентования «куба Брайля».

Разработка подобных проектов и их внедрение способствуют созданию более инклюзивного и доступного образовательного пространства, что является важным шагом на пути к равным возможностям для всех.

Список использованных источников

1. Фарсон, Э. М. История Луи Брайля / Э. М. Фарсон. — Нью-Йорк: Американская ассоциация слепых, 1956. — 256 с.
2. Меллор, К. М. Луи Брайль: Прикосновение гения / К. М. Меллор. — Лондон: Национальная библиотека для слепых, 2006. — 320 с.
3. Брайль, Л. Система Брайля для чтения и письма для слепых / Л. Брайль. — Париж: Институт для слепых, 1837. — 150 с.
4. Всемирный союз слепых. Брайль: Универсальная тактильная система чтения и письма. — Женева: Всемирный союз слепых, 2010. — 200 с.
5. Башкирова И. Л., Гордейко В. В. Условные обозначения по системе Брайля при обучении математике и языку: практическое пособие. — Минск: БГПУ, 2010. — 39 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Файлы проекта

Файлы моделей и код проекта с комментариями расположены по ссылке:

https://drive.google.com/drive/folders/1On509DThpHpdf26I-gZk450ecmTx9pxc?usp=drive_link

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Анализ ближайших аналогов

Название	описание	цена (в рублях)	недостатки
Электронный брайлевский самоучитель «Брайльбука»	<p>при помощи голосовых сообщений устройство произносит ребенку букву, на которую он нажал, и слово на эту букву. В некоторых произносимых словах на фоне звучат соответствующие звуки: рык медведя, гул автобуса, щенячий лай и многое другое.</p> <p>Нажав на тактильный круг с ноткой можно прослушать детские веселые песенки про алфавит.</p> <p>Удобный компактный формат для детской ручки Контраст для слабовидящих (желтый цвет)</p>	5000	не позволяет проверить выученные символы цена
Говорящий самоучитель брайлевского шрифта «Умка-01»	<p>предоставляет информацию в виде речевых сообщений через встроенный громкоговоритель, Символы Брайля формируются путем нажатия различных комбинаций колпачков. После установки символа достаточного короткого нажатия на кнопку «Старт», расположенную на торцевой поверхности самоучителя Брайля, производится его озвучивание</p>	7500	не позволяет изучить символы, только проверяет. цена
учебник Сиол	<p>Уникальность устройства заключается в том, что навык чтения и письма передается тактильно, а взаимодействие «учитель-ученик» происходит в реальном времени.</p>	до 100 тысяч рублей.	Цена, штучное производство

Рецензия

на проект «Куб Брайля» обучающегося МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы
Мисулина Александра

Проект "Куб Брайля" представляет собой инновационное устройство, предназначенное для обучения шрифту Брайля слабовидящих детей. В ходе апробации в МБОУ СОШ №27 г. Пензы было выявлено, что дети проявляют значительную заинтересованность и увлечённость работой с устройством. Они активно проверяли свои знания и обучались символам латинского алфавита, что свидетельствует о высокой эффективности и привлекательности данного образовательного инструмента.

Особенностью "Куба Брайля" является его уникальная конструкция, которая демонстрирует символы шрифта Брайля в виде шести подвижных столбцов, помещённых в корпус. Это позволяет имитировать рельеф символов шеститочия, что делает процесс обучения более наглядным и понятным для детей. С обратной стороны куба расположены кнопки с фиксацией, обеспечивающих ввод символов в виде шеститочия. Устройство поддерживает несколько наборов символов, включая кириллицу, латиницу, цифры, арифметические знаки и знаки препинания; несколько режимов работы – свободный набор символов, изучение символов, повторение символов и «викторина». Данные возможности позволяют сделать обучение шрифту Брайля интерактивным и самостоятельным, так как после инструктажа по работе с «кубом» ребёнку не требуется дополнительный контроль со стороны педагога.

Проект «Куб Брайля» заслуживает высокой оценки за свою инновационность, практическую значимость и положительное влияние на образовательный процесс слабовидящих детей. Устройство не только способствует развитию навыков чтения и письма на шрифте Брайля, но и стимулирует интерес к обучению, что является важным фактором для успешного освоения материала.

Рекомендуется осуществить внедрение "Куба Брайля" в специализированные образовательные учреждения, а также рассмотреть возможность его адаптации для использования в других контекстах, таких как реабилитационные центры. Это позволит сделать обучение шрифту Брайля доступным для большего числа людей и улучшить качество их жизни.

Рецензент

Заместитель директора МБОУ СОШ № 27 Г. Пензы



О.Е. Краснохина