

# Разработка и создание электронной книги для незрячих и слабовидящих людей с использованием шрифта Брайля

Из исследовательского проекта С. Сапрунова и А. Кудрявцева, январь 2014

## Введение

Наш век многие называют информационным, знаниевым. Сегодня мы вынуждены пользоваться различными гаджетами, чтобы не выбиваться из колеи современного информационного потока. Планшеты, телефоны и электронные книги - этими устройствами мы пользуемся каждый день, иногда не выпуская их из рук часами. К сожалению, развитие технологий в России оставило за бортом незрячих и слабовидящих людей, большинство из которых до сих пор может позволить себе читать только бумажные издания книг на шрифте Брайля. Такие люди за рубежом могут пользоваться изготовленными промышленным способом электронными книгами, в которых применяется шрифт Брайля. В России же данная продукция слабо освоена потребителями, прежде всего из-за чрезмерно высокой стоимости. Помимо этого, зарубежная продукция ориентирована на латиницу, а не на кириллицу. Стоит отметить проблемы с сервисным обслуживанием таких устройств на территории нашей страны. Решать эти проблемы уже начали корейские инженеры-проектировщики, но их разработки, на наш взгляд, не до конца могут удовлетворить потребности незрячих и слабовидящих людей, т.к. основанные на них действующие модели громоздки и медлительны в употреблении.

Именно этими факторами и определяется *актуальность заявленной проблемы* и наш интерес к данной теме.

*Наша гипотеза* состоит в том, что если сконструировать более простое, дешёвое, быстрое и надёжное устройство, которое способно конвертировать обычные книги в шрифт Брайля и выводить на специальный экран, пригодный для чтения кончиками пальцев, то оно будет удобно для незрячих и слабовидящих людей, а значит - будет востребовано на соответствующем рынке.

*Цель данной работы* – сконструировать экономичную модель лёгкой и компактной электронной книги для незрячих и слабовидящих людей.

Эта цель декомпозируется на *следующие задачи*:

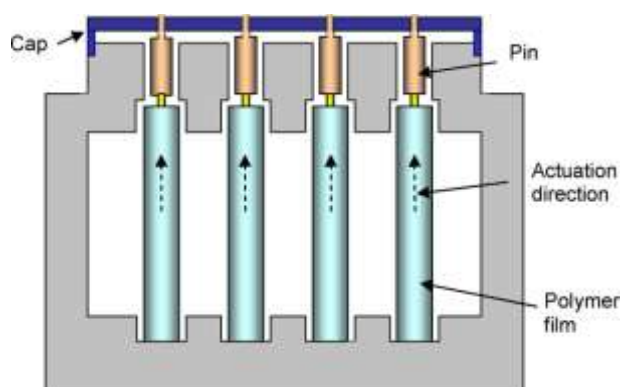
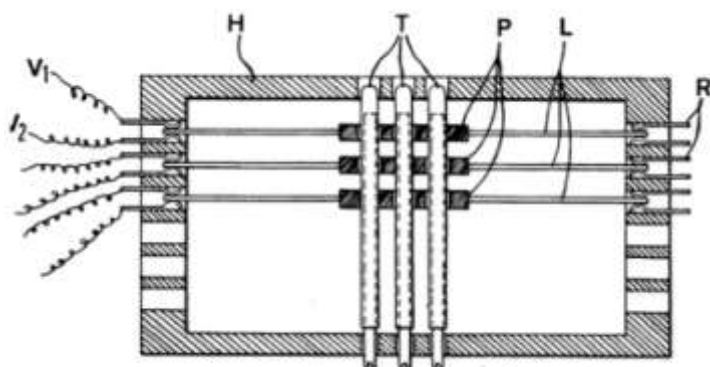
1. Изучить существующую на данный момент литературу и другую информацию о практике конструирования подобных устройств, создать рабочую теоретическую основу для исследования.
2. Изучить особенности письма и чтения с помощью шрифта Брайля на кириллице и латинице.
3. Изучить принципы работы дисплеев на шрифте Брайля.
4. Сконструировать и собрать работающую ячейку экрана.
5. Продумать и осуществить в практическом конструировании эргономику корпуса.
6. Осуществить поиск наиболее рациональной конфигурации устройства.
7. Собрать и апробировать работающий экран.
8. Собрать и экспериментально освоить действующий прототип.

В данной работе используются как аналитические, так и экспериментальные *методы исследования*.

### 1.4 Принципы работы дисплеев на шрифте Брайля (обзор).

Ключевыми характеристиками для дисплеев Брайля, напрямую влияющими на удобство их использования, являются: высота поднятия точки, величина поддерживающей силы, время их обновления. Оптимальные значения для этих параметров следующие: высота поднятия — порядка 0.5 мм, время обновления — менее 100 мс, поддерживающая сила — порядка 0.3 Н.

Коммерчески доступные дисплеи Брайля мало изменились за последние 25 лет.



Сегодняшние дисплеи существенно не отличаются от описываемого Третьяковым в своем патенте в 1977 году. Классическая система представляет собой консольный биморфный пьезопривод, поддерживающий штифт, свободно движущийся в специальном отверстии. При подаче напряжения на пьезопривод он изгибается, подталкивая штифт, штифт поднимается, двигаясь вдоль

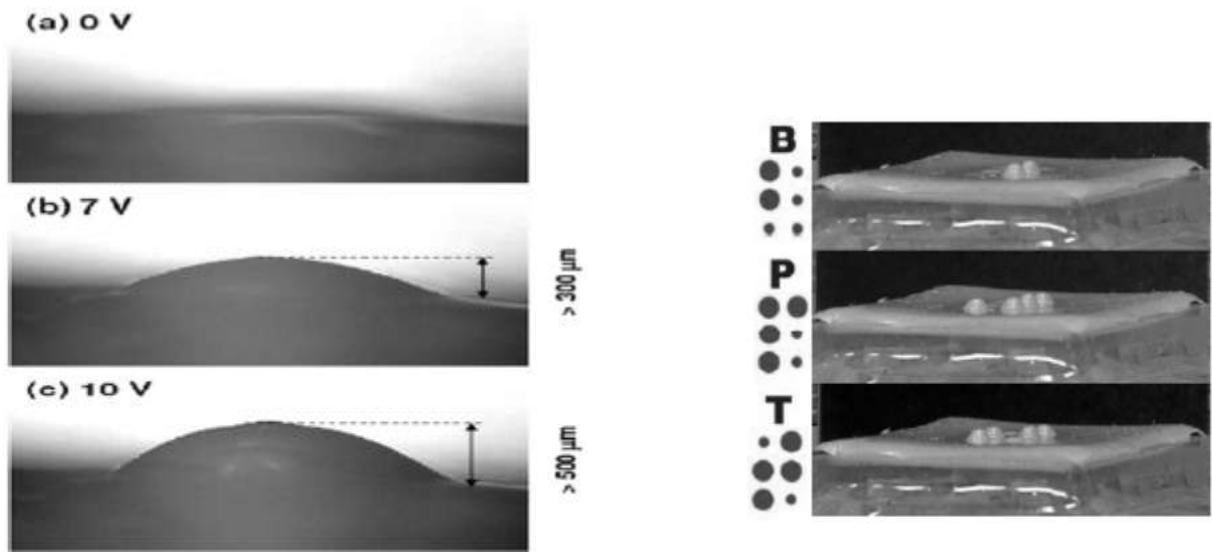
отверстия. Выступающая над поверхностью экрана часть штифта может тактильно фиксироваться как точка. Такие блоки собираются в ячейку из шести или восьми точек, что соответствует одной букве алфавита Брайля. В обычном брайлевском дисплее содержится одна строка, включающая от сорока до восьмидесяти букв.

Не смотря на простоту конструкции и относительно низкую стоимость отдельных элементов, необходимость их дублирования

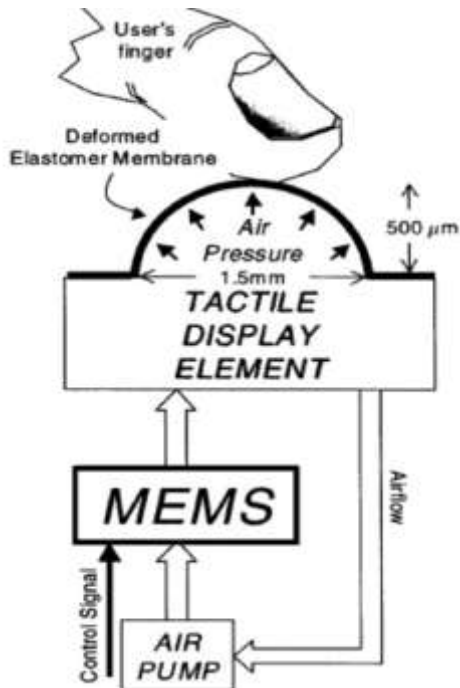
в больших количествах приводит к значительной финальной стоимости такого устройства, которая начинается с нескольких сотен тысяч рублей.

Основным техническими недостатками в классической схеме построения дисплея Брайля является: малый ход керамических пьезоактуаторов, что решается внесением в конструкцию рычага между актуатором и штифтом, а также необходимость создания высокого — порядка тысячи вольт — напряжения для работы пьезокристалла.

Начиная с 2000-х, активность изысканий в данной области значительно возросла. Наряду с доработкой и попытками снижения стоимости классической технологии были предложены альтернативные подходы, в частности было предложено чисто механическое перемещение штифтов, применение электромагнитной и пневматической (гидравлической) сил.



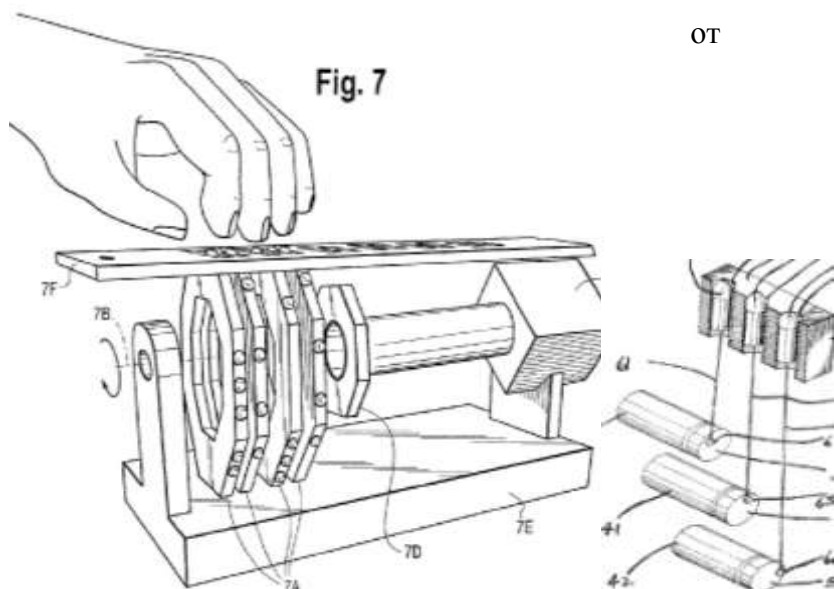
Приводы также могут использовать уникальные свойства материалов, таких как сплавы с памятью формы (СПФ) и электрореологические жидкости или гели. Так как СПФ (например сплав NiTi) могут выдавать значительно большие силы, они были тщательно исследованы в качестве возможной основы привода для брайлевских дисплеев. Тактильные устройства, использующие электрореологические жидкости и гели используют свойство изменения вязкости при приложении значительного электрического поля (от 3 до 4 кВ/мм).



Пневматические и термпневматические приводы, с использованием давления воздуха или газа, являются перспективным альтернативным подходом для создания монитора Брайля, потому что устройство и функционирование этих приводов относительно просты. В последние годы с развитием технологий объёмной микрообработки было налажено изготовление электростатических микроклапанов для пневматических тактильных дисплеев. Кроме того, были исследованы материалы с изменяемым фазовым состоянием, особенно с переходом от жидкости к газу, как основа для термпневматических приводов. Благодаря высокому давлению паров, в качестве подходящего рабочего тела в термпневматическом приводе может быть использован ацетон. Однако эти разработки далеки от завершения.

Есть также и чисто механические приводы,

один из таких образцов формирует символы шрифта Брайля с помощью вращающихся элементов, на которые нанесены рельефные точки (0 до 4), недостатки этой простой конструкции в большом размере и довольно высоком энергопотреблении устройства. Стоит отметить и технологию, в основе которой лежат импульсные двигатели, они выполняют подъем движущихся частей ячеек, но сложность конструкции и большие размеры конечного устройства



от

также делают его несовершенным.

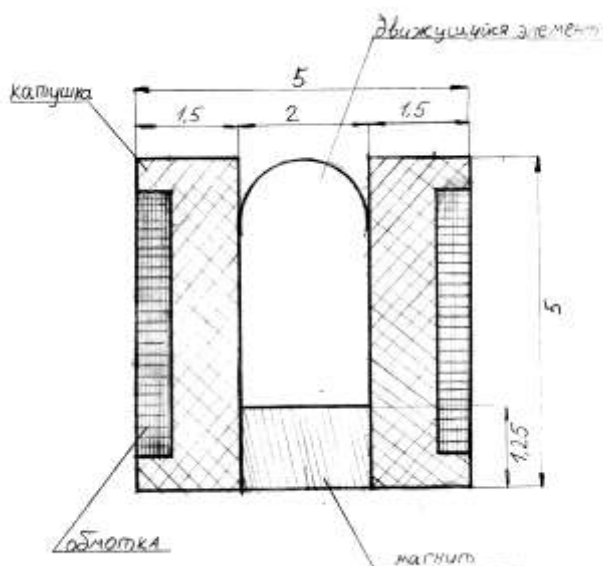
## Глава 2. Создание прототипа электронной книги для незрячих и слабовидящих людей

### 2.1 Конструирование и сборка работающей ячейки экрана

Свою работу по созданию прототипа электронной книги для незрячих и слабовидящих людей мы начали с конструирования ячейки будущего экрана. Эта часть работы была самой важной, потому что именно этот элемент является, на наш взгляд, основой всей системы электронной книги. На начальном этапе реализации задумки мы располагали тремя вариантами подобных ячеек:

1. Вариант ячейки, подъем движущейся части которой осуществлялся за счёт импульсного двигателя. Этот вариант был отклонён, т.к. он не мог обеспечить компактность изделия, в связи с большими размерами двигателя.
2. Вариант использования расширяющихся под воздействием электрического тока кристаллов был также отклонён, но по экономической причине, связанной с большим энергопотреблением.
3. Был принят вариант, предполагающий использование катушки, генерирующей электромагнитное поле, внутри которой находится редкоземельный магнит.

После выбора конструкции ячейки, мы перешли к этапу её экспериментальной сборки.



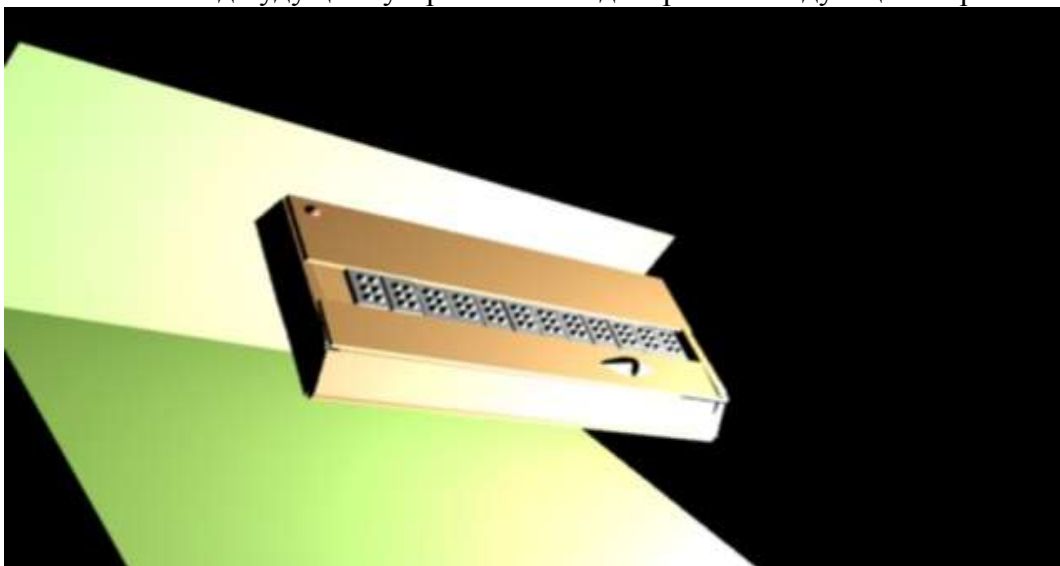
За основу ячейки был взят электрокартон (прешпан), на который производилась намотка медной проволоки с сечением 0.15мм, итого было намотано 300 витков. В середине катушки находился редкоземельный магнит массой 11.5 грамм. При подключении в электроцепь и достижения напряжения в 20 вольт образовывалось достаточное электромагнитное поле для поднятия магнита. Магнит поднимался на 30% своей длины.

Таким образом, первый (начальный) этап был завершён и мы перешли ко второму этапу разработки.

### 2.2. Практическое конструирование корпуса

Для изделия понадобился корпус, который позволял бы незрячим и слабовидящим людям комфортно пользоваться электронной книгой. Разработка корпуса началась с посещения специализированной библиотеки для незрячих. В ходе беседы с ними были сделаны первые наброски корпуса и зафиксированы его принципиальные свойства, также был выбран исходный материал – пластик. Это давало широкие возможности для использования 3D принтера в работе, на основе которого после согласования свойств корпуса мы начали его моделирование в программе 3D studio max. В результате была распечатана уменьшенная модель корпуса, мы были удовлетворены такими качествами материала, как: крепкость, комфортность, доступность. В настоящее время идут финальные доработки корпуса, т.к. при печати возникла проблема со ступенчатостью его поверхности. Моделирование корпуса в общем виде позволило обозначить габариты внутреннего пространства корпуса и перейти к разработке конфигурации её устройства.

Внешний вид будущего устройства смоделирован следующим образом:



### 2.3 Поиск наиболее рациональной конфигурации устройства

Для того чтобы устройство справлялось со своими задачами, и могло воспроизводить текст, ему нужен «мозг», определённая система обработки информации. После долгих поисков и консультацией с экспертами, работниками ИТ индустрии, мы остановились на микроконтроллерах серии PIC 24, т.к. их технические характеристики удовлетворяли требованиям необходимым требованиям к устройству таким как:

- 1) необходимая производительность микропроцессора (MIPS миллионы операций в секунду);
- 2) оперативная память, необходимая для выполнения задач (ОЗУ);
- 3) память, в которую можно загружать необходимую информацию (ПЗУ);

В связи с ограничением выходов микроконтроллера был выбран экран, способный отображать 10 символов одновременно. Для обеспечения автономной работы устройства была выбрана литий-ионная батарея ёмкостью 4000 миллиампер и напряжением 18 вольт.

**2.4 Сборка и апробация работающего экрана** планируется в сроки 15.02-25.02.14

**2.5 Сборка и экспериментальное освоение действующего прототипа** планируется после 30.02.14, когда будут завершены работы по созданию программы для микроконтроллера.

Таким образом, в настоящее время экспериментальная часть исследования ещё не завершена т.к. мы пока не располагаем необходимыми финансовыми средствами.

### Заключение

В настоящее время выполнена только проектировочная часть работы, сконструированы и испытаны увеличенные ячейки, которые, по сути, являются действующими моделями экрана изделия. Испытания подтвердили верность нашего замысла: ячейка работает безукоризненно. Поэтому из семи запланированных задач решено пять. Нерешёнными остаются две задачи: сборка и апробация прототипа работающего экрана, а также сборка и испытание работающего устройства. Остановка в работе над проектом произошла по причине отсутствия средств для закупки необходимого оснащения. Другими словами, чтобы собрать действующий прототип изделия, необходимо приобрести:

№ п/п	Наименование деталей	Назначение детали	Кол-во	Цена за комплект
1	Неодимовые редкоземельные магниты	Подвижная часть экрана устройства	800шт	8000р

2	Микроконтроллер серии рiс 24F	Элемент устройства, отвечающий за обработку данных и информационных сигналов, а также за вывод текста на экран.	1 шт	660р
3	Керамическая основа ячейки	Элемент ячейки, являющийся её основой.	60 шт	600р
4	Материал для 3D печати	Материал для печати корпуса устройства	1 шт	1100р
5	Подвижная часть ячейки	Элемент ячейки, необходимый для отображения символа на экране.	60 шт	600р
6	Периферийные модули для микроконтроллера рiс 24F	Элементы устройства, отвечающие за взаимодействие устройства и пользователя.	1 шт	1000р
7	Медная проволока с сечением 0.1мм	Элемент ячейки, отвечающий за создание магнитного поля.	1 шт	330р
	Итого			13690