

**муниципальное бюджетное учреждение дополнительного  
образования  
"Дом детского творчества Железнодорожного округа"**

**Исследовательский проект:  
«Разработка конструкции и изготовление информационных табличек  
с дублированием информации шрифтом Брайля»,**

выполненного в рамках государственного задания  
«Научно-методическое и ресурсное обеспечение системы образования»  
на тему «Содействие занятости студентов в качестве наставников для работы с  
одаренными школьниками в рамках реализации их исследовательских  
проектов»

Автор (составитель):  
Евстратова С.В.,  
педагог дополнительного образования  
Криволапова К.Р.,  
учащаяся д/о «3D-АРТ»

**Курск - 2023**

Отчет о проекте на тему: «Разработка конструкции и изготовление информационных табличек с дублированием информации шрифтом Брайля» содержит 14 с., 10 рис, 6 источников.

Ключевые слова: шрифт Брайля, развитие инклюзивной среды, тактильное восприятие, 3D моделирование и печать.

Цель работы - изучение возможности использования 3D-моделирования для разработки конструкций и изготовления информационных табличек с дублированием информации шрифтом Брайля.

В ходе выполнения работы:

- исследована история появления шрифта Брайля;
- определены требования и стандарты к шрифту Брайля по ГОСТ;
- создана 3D-модель алфавита Брайля и конструкция необходимых информационных материалов;
- изготовлена информационная табличка с помощью фотополимерной печати.

## ВВЕДЕНИЕ

Больше половины информации об окружающей среде человек получает при помощи зрения. При этом по данным Международного агентства по профилактике слепоты, сегодня примерно 284 миллиона жителей Земли имеют те или иные нарушения зрения, порядка 39 миллионов из них полностью его лишены. Заболевания глаз есть более чем у 19 миллионов детей. В России количество незрячих и слабовидящих превышает 210 тысяч человек. Получается, что около 4% от общей численности человечества так или иначе имеют проблемы со зрением. Поэтому предпринимается целый ряд различных мер, призванных сделать хотя бы самую необходимую информацию доступной восприятию на слух и на осязание.

И среди этих мер, наверное, самая основная – создание информационных материалов (табличек и пр.), выполненных выпуклым текстом и/или шрифтом Брайля. С учетом современных тенденций развития инклюзивной среды, учреждения дополнительного образования не являются исключением. Сегодня слабовидящие учащиеся имеют возможность обучаться наряду со всеми другими детьми. Кроме того, школу могут посещать родители и иные родственники учащихся, имеющие проблемы со зрением. Письмо Минобрнауки России от 12.02.2016 N ВК-270/07 "Об обеспечении условий доступности для инвалидов объектов и услуг в сфере образования" активно вовлекает образовательные учреждения в процесс организации занятий для пожилых людей, зрение которых также может быть ослаблено. Все это делает актуальной проблему оснащения организаций информационными материалами, предназначенными для незрячих и слабовидящих.

Дом детского творчества Железнодорожного округа г. Курска на данный момент не оборудован тактильными картографическими материалами (указателями и табличками). Поэтому проект содержит идею по улучшению условий нашего образовательного учреждения для слабовидящих людей посредством разработки конструкции и изготовление информационных табличек с дублированием информации шрифтом Брайля.

Отдельное финансирование на подобное переоснащение не предусмотрено, поэтому появляется вопрос: как создать информационные картографические материалы, выполненные выпуклым текстом, с наименьшими затратами, подходящими под требования ГОСТ и качественным тактильным восприятием?

Ответить на этот вопрос помогли технологии моделирования и 3D-печати, которые стремительно внедряются во многие отрасли производства, дополняя или даже вытесняя традиционные методы. Исследования и разработки, основанные на применении трехмерной печати, не обошли стороной и тактильную картографию, что вполне ожидаемо, учитывая саму сущность тактильного восприятия – осязание рельефа изучаемой поверхности. В нашем проекте рассмотрена возможность использования 3D-печати для шрифтового оформления тактильных карт, предназначенных для людей с ограничением зрительной функции. Приводятся результаты исследования по созданию и

восприятию шрифта Брайля, созданного на 3D-принтере.

## **I. История появления шрифта Брайля**

История шрифта Брайля восходит к началу 1800-х годов. Человек по имени Шарль Барбье, служивший во французской армии Наполеона Бонапарта, разработал уникальную систему, известную как «ночное письмо», чтобы солдаты могли безопасно общаться ночью. Как военный ветеран, Барбье видел, как несколько солдат были убиты, потому что они использовали лампы после наступления темноты, чтобы читать боевые сообщения. В результате света, исходящего от фонарей, вражеские комбатанты знали, где находятся французские солдаты, что неизбежно приводило к гибели многих людей.

Барбье основал свою систему «ночного письма» на выпуклой ячейке с 12 точками; две точки в ширину и шесть точек в высоту. Каждая точка или комбинация точек в ячейке представляла букву или фонетический звук. Проблема с военным кодом заключалась в том, что кончик человеческого пальца не мог осязывать все точки одним касанием.

Луи Брайль родился в деревне Купвре, Франция, 4 января 1809 года. Он потерял зрение в очень молодом возрасте после того, как случайно проткнул себе глаз отцовским шилом. Отец Брайля был кожевником и протыкал шилом изделия из кожи.

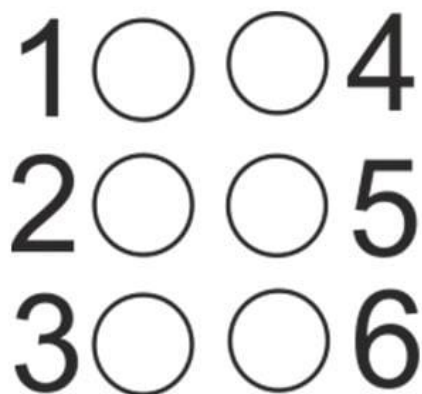
В одиннадцатилетнем возрасте Брайль вдохновился изменить код Шарля Барбье «ночного письма», чтобы создать эффективную систему письменного общения для слепых людей. Годом ранее он поступил в Национальный институт слепых в Париже. Он провел большую часть следующих девяти лет, разрабатывая и совершенствуя систему выпуклых точек, которую мы теперь знаем по его имени — шрифт Брайля.

После всей работы Брайля код теперь основывался на ячейках с 6 точками вместо 12 (как в примере, показанном ниже). Это важное усовершенствование означало, что кончик пальца мог охватить всю клеточную единицу одним отпечатком и быстро перемещаться от одной клетки к другой. Со временем мир постепенно принял шрифт Брайля в качестве основной формы письменного общения для слепых. Сегодня он остается в основном таким, каким он его изобрел.

Таким образом, исследуя историю появления шрифта Брайля, мы выяснили, что шрифт Брайля был придуман в 1824 году 15-летним французским подростком Луи Брайлем, который поранил глаз шорным ножом в мастерской отца.

Луи Брайль разработал свой рельефно-точечный шрифт, вдохновившись простотой «ночного шрифта» Шарля Барбье. «Ночной шрифт» использовался военными для записи донесений, которые можно было прочесть в темноте.

А затем мы исследовали принцип написания текста по системе Брайля.



## ПОРЯДОК НУМЕРАЦИИ

Рис. 1 – Порядок нумерации точек одного символа

⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠  
⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠  
⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠  
⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠  
⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠  
⠠⠠ ⠠⠠ ⠠⠠

## КИРИЛЛИЦА

Рис. 2 – Алфавит шрифта Брайля (кириллица).

### 1. Требования и стандарты к шрифту Брайля по ГОСТ.

Для информирования и ориентирования в пространстве людей с нарушениями зрения используются особые тактильные средства, в том числе и с применением рельефно-точечного шрифта по системе Брайля. Среди них: тактильно-визуальные таблички и наклейки, тактильно-контрастные пиктограммы, рельефно-графические схемы и планы. Во всех перечисленных средствах шрифт по системе Брайля используется вместе с обычным печатным или рельефным текстом как дополнение к пиктограмме или тактильной схеме объекта.

Какие особенности при использовании шрифта Брайля необходимо учитывать?

- Буквы и цифры в шрифте Брайля имеют определенные в ГОСТ размеры и не масштабируются.
- На всех объектах в Российской Федерации используется только «русский Брайль». Цифры на всех языках читаются одинаково.
- Существуют зоны доступности тактильных знаков и указателей, в

которых их необходимо размещать.

Основные места использования таких тактильных знаков – различные учреждения общественного пользования с большой проходимостью. Важным моментом является то, что увеличение использования табличек со шрифтом по системе Брайля подталкивает незрячих людей к ее изучению, что положительно сказывается на общем уровне брайлевской грамотности.

Мы выяснили, что все требования и размеры к табличкам регламентированы специальным документом – ГОСТ. При исследовании размеров шрифта Брайля, регламентируемые ГОСТ Р 56832-2020 от 1 июня 2021 года «Шрифт Брайля. Требования и размеры» (рис. 1) был использован крупный размер шрифта (так как он является стандартным. Согласно ему необходимо соблюдать следующие размеры:

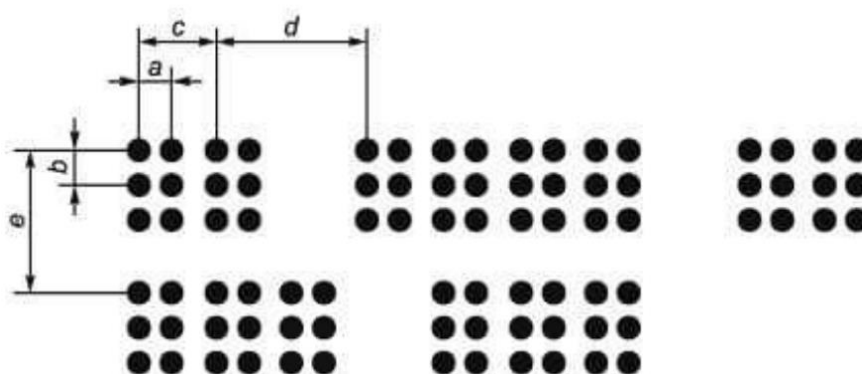


Рисунок 3 – требования к шрифту по ГОСТ

- расстояние  $a$  в горизонтальном направлении от центра одной точки до центра другой точки составляет 2,7 мм;
- расстояние  $b$  в вертикальном направлении от центра одной точки до центра другой точки составляет 2,7 мм;
- расстояние  $c$  от центра 1 точки до центра 2 точки следующего знака составляет 6,6 мм;
- расстояние  $d$  от центра 1 точки последнего знака слова до центра 2 точки первого знака следующего слова равняется двойному значению  $c$ , т. е. 13,2 мм;
- расстояние  $e$  от центра 1 точки до центра 2 точки следующей строки 10,8 мм. При использовании 8 точек шрифта Брайля, высота строки увеличивается на 2,7 до 13,5 мм;
- диаметр точки равняется примерно 1,5 мм.

Основные места использования таких тактильных знаков – различные учреждения общественного пользования с большой проходимостью. Важным моментом является то, что увеличение использования табличек со шрифтом по системе Брайля подталкивает незрячих людей к ее изучению, что положительно сказывается на общем уровне брайлевской грамотности.

## II. Создание 3D-модели алфавита Брайля и конструкции

## **необходимых информационных материалов для Дома детского творчества.**

Согласно письму Минобрнауки России от 12.02.2016 N ВК-270/07 "Об обеспечении условий доступности для инвалидов объектов и услуг в сфере образования" все образовательные учреждения должны быть оборудованы тактильно-информационной табличкой на входе с использованием шрифта Брайля.

Нашей практической задачей являлась разработка 3D-модели и изготовления таблички с помощью технологий 3D-печати.

Табличка должна соответствовать следующим требованиям.

- располагаться со стороны дверной ручки в 20 см от наличника на высоте 1,2–1,6 м от пола;
- размер таблички 300\*200 мм (горизонтальное расположение);
- печать желто-черная;
- размер шрифта: регламентирован ГОСТ Р 56832-2020;
- буквы для зрячих и слабовидящих людей также должны быть рельефными.

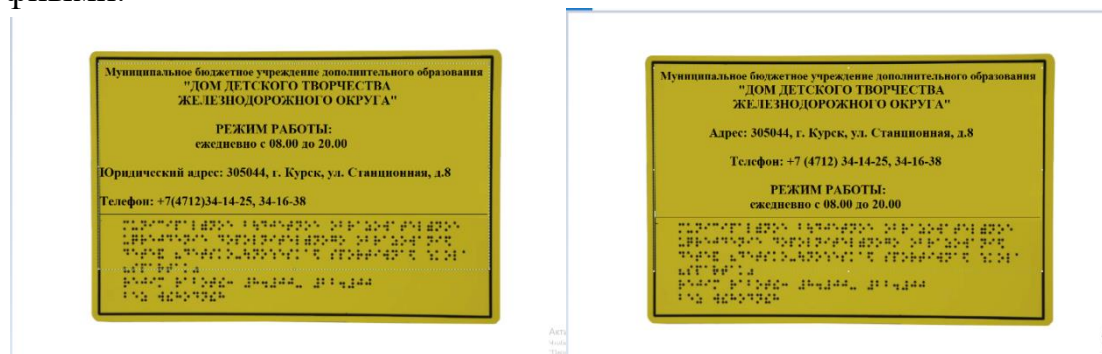


Рисунок 4 - Примерный проект таблички

### **III. Процесс изготовления информационной таблички.**

#### ***Оборудование и материалы:***

- а) Фотополимерный принтер ANYCUBIC PHOTON M3 MAX*
- б) Ноутбук*
- в) ПО «Компас 3D» учебная версия*
- г) Покрасочные пистолет, кисти*
- д) Акриловая краска и лак.*



Рисунок 5 - Фотополимерный принтер *ANYCUBIC PHOTON M3 MAX*  
**Способ изготовления:**

Первым шагом в практической реализации нашего проекта стало создание 3D-модели всего алфавита в Компасе 3D. Мы учились делать выпуклые символы с заданными размерами, нужным скруглением на плоскости. В итоге сделали каждую букву, цифру, знак шрифта Брайля, сохранив всё отдельными файлами. С помощью этих символов мы могли собирать слова и целые предложения.

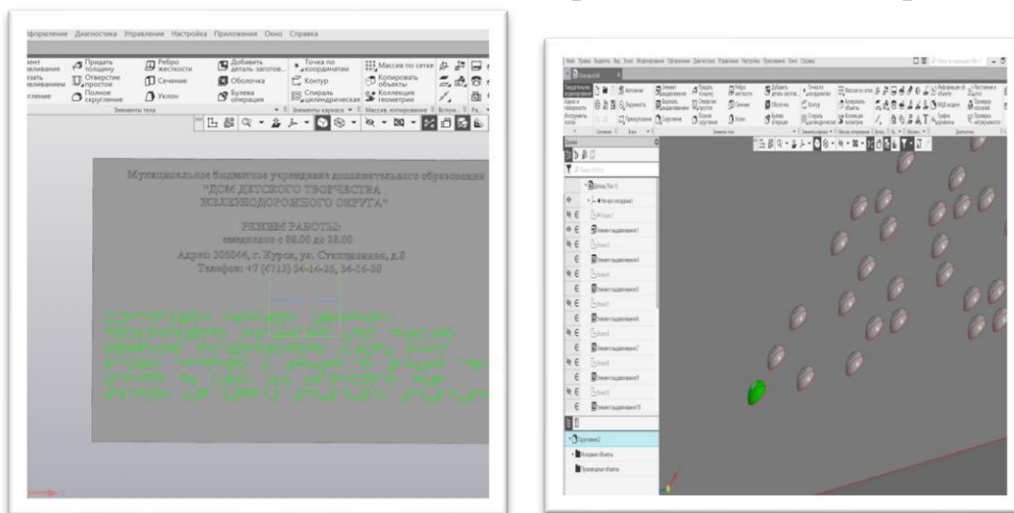


Рисунок 6 – процесс создания 3D-модели

Далее мы приступили к сборке конкретной таблички в Компасе по заданным размерам и с необходимыми надписями.

Табличка должна содержать информацию о названии учреждения с контактной информацией как обычной выпуклой надписью (в верхней части), так и быть продублированной шрифтом Брайля (в нижней части).

Проанализировав другие исследования мы выяснили, что при печати шрифта Брайля пластиком с использованием аддитивных технологий,

большинство FDM-принтеров не обладают достаточной точностью для печати углов точек Брайля, при печати замечены различные дефекты. А нам необходимо напечатать довольно точные и маленькие детали и получить прочное изделие. Поэтому было принято решение печатать табличку с помощью фотополимерного принтера.

Процесс фотополимерной 3D-печати происходит постепенным наращиванием материала слоем за слоем, рабочий стол принтера опускается в ванночку с фотополимерной смолой оставляя минимальный зазор между ванночкой и дисплеем принтера, монохромный дисплей фотополимерного 3D-принтера выводит необходимое изображение, затем происходит засветка выведенного изображения ультрафиолетовой лампой, встроенной в принтер. Из-за засветки ультрафиолетом, фотополимерная смола разрушает свою кристаллическую решётку и пересобирает её вновь, становясь прочной и эластичной, а не жидкой. Тем самым, постепенно формируя необходимую в производстве деталь. Длина волны света, необходимая для проведения данного процесса, 405 нанометров (ультрафиолет). Далее, рабочий стол принтера поднимается на определённую высоту (в данном случае 10 мм) и отрывает напечатанный слой от ванночки, и весь процесс повторяется до тех пор, пока модель не будет готова.

После завершения процесса печати, необходимо промыть напечатанную модель в изопропиловом спирте, для того, чтобы смыть остатки лишней смолы. После этого, надо дать модели высохнуть в течении 30 минут. Далее модель необходимо дозасветить, чтобы кристаллическая решетка смолы, завершила совою трансформацию и смола стала более устойчивой к повреждениям.

Фотополимерные принтеры, могут печатать слоем в 10 микрон, из-за чего модель кажется идеально гладкой. Табличка, которая представлена перед вами была напечатана слоем 25 микрон.

Нам было важно разобраться как сделать табличку так, чтобы печать получилась более точной и при этом эстетичной, при этом нам нужно было учитывать, что она имеет 2 цвета и отдельные детали нам нужно будет красить. Основа таблички – желтая, надписи – черные.

Для этого мы экспериментировали и пробовали несколько способов печати 3D-модели.

### **Опыт 1.**

Сначала мы сделали такую табличку, в которой обычный (верхний) текст вдавлен внутрь. А отдельно мы хотели печатать буквы, чтобы их было удобно красить, а затем вставить во вдавленные места.

Текст шрифтом Брайля мы выдавили на 3D-модели на требуемую высоту с закруглением.

В итоге, получилось, что буквы «О», «С» в обычном шрифте получились настолько маленькими и узкими в некоторых местах, что напечатать, а потом вставить их было невозможно. А шрифт Брайля оказался нечитаемым, так как высота знака фактически напечаталась значительно меньше заданного размера.

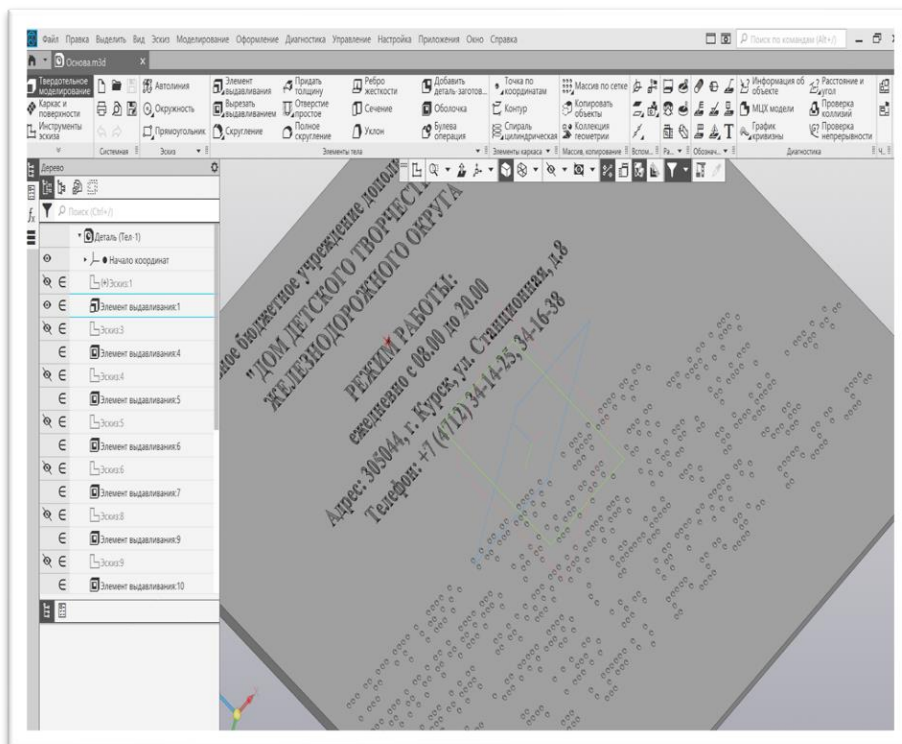


Рисунок 7 – Модель с вдавненным шрифтом

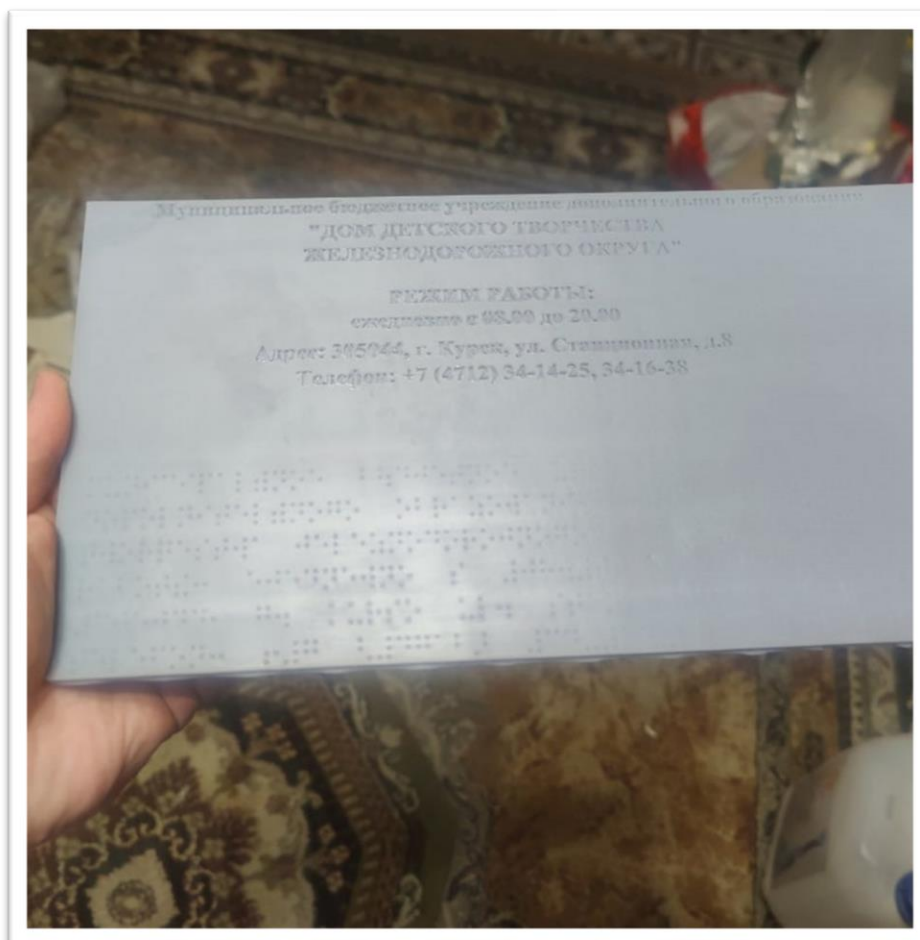


Рисунок 8 – Результат печати с вдавненным шрифтом

## Опыт 2.

Тогда мы приняли решение печатать буквы сразу выдавленными, а затем аккуратно прокрашивать их кистью, а окружности шрифта Брайля наоборот вдавить насквозь и сделать его методом патронажа. Были созданы специальные патроны диаметром чуть меньше окружности шрифта, которые можно вставлять в полученные отверстия на нужную высоту, предварительно покрасив в черный цвет.

Этот метод оказался более рабочим. Но не идеальным. Сбивалась печать и был брак при засвечивании напечатанной модели. Мы напечатали около 4 тестовых табличек, прежде чем получили более менее приемлемый результат.

Еще одной проблемой, которую мы выявили при печати, это ограниченности печатного стола. Нам необходимо изготовить табличку 300x200 мм, а стол оказался уже.

Как решение мы выбрали изготовление деревянной рамки, которая «добывает» размер.

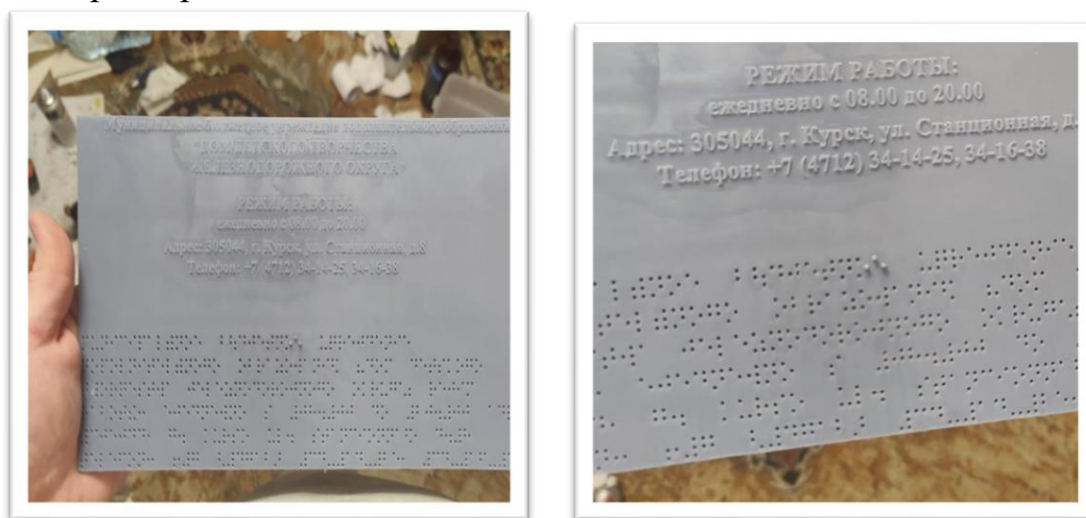


Рисунок 9 – результат опыта №2

Вклеив табличку из пластика в рамку, приступили к этапу покраски. Всю основу мы загрунтовали и «задули» желтым цветом в несколько слоев. Патроны покрасили в черный.

В итоговой версии таблички, для того чтобы их вставить, отверстия пришлось немного рассверливать, так как они сужались к основанию из-за особенностей печати.

Затем каждую букву обычного шрифта открашивали вручную и закрепили всё лаком.

Мы полагаем, что наше исследование следует продолжить и провести эксперименты со стилем обычного шрифта – сменить его, чтобы избежать тонких мест и ускорить процесс покраски. Также на основе опыта 1 следует напечатать текст шрифтом Брайля, увеличив размер высоты символа в исходной 3D-модели.

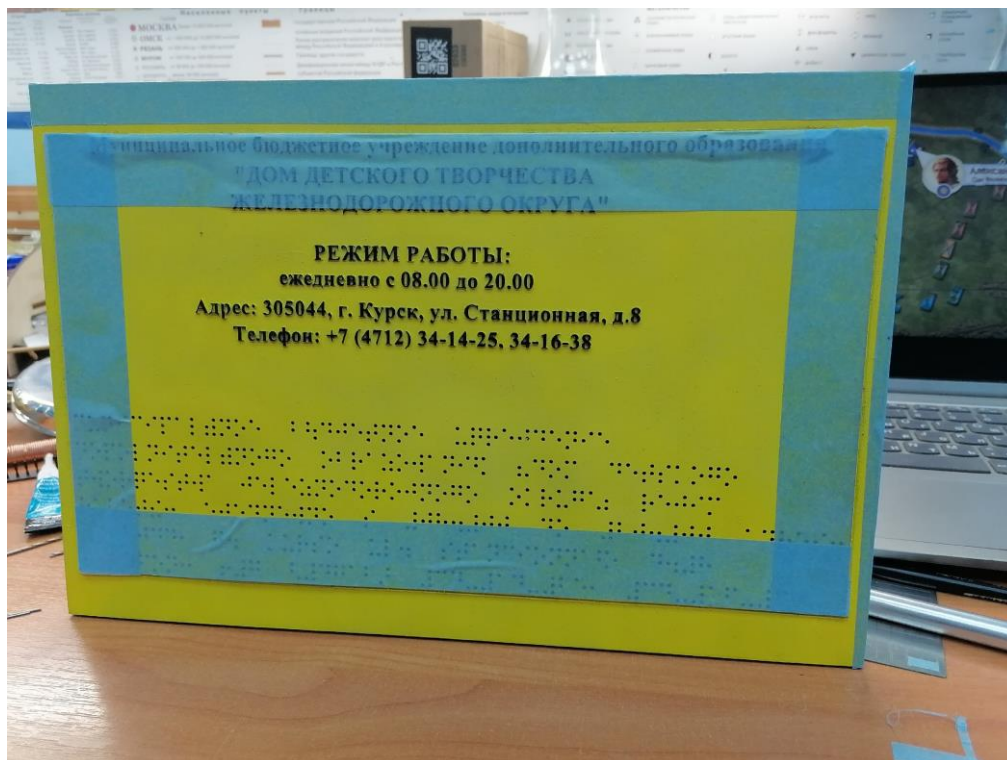


Рисунок 10 – процесс покраски таблички

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Цель проекта достигнута, техническое задание выполнено.

В ходе проведенного исследования доказана возможность использования аддитивных технологий для печати шрифта Брайля. Полученные результаты исследования подтверждают возможность разработки и изготовления прочной, недорогой и эффективной конструкции информационных табличек с дублированием информации шрифтом Брайля.

Эти методы подходят для изготовления и других табличек (этажи, номера кабинетов и т.п.) в дальнейшем.

По результатам проведенной работы:

1. Изучена история и предпосылки возникновения шрифта Брайля.
2. Исследована возможность использования размеров для шрифта Брайля, которые регламентируются ГОСТ Р 56832-2020 «Шрифт Брайля. Требования и размеры» при печати на 3D-принтере. Доказано, что размеры, которые регламентируются ГОСТ, возможно использовать при печати на фотополимерном 3D-принтере, однако, необходимо дорабатывать модель.
3. Созданы несколько вариантов 3D-модели конструкции необходимого информационного материала для Дома детского творчества
4. Исследованы и выявлены оптимальные характеристики и методы печати пластиком на фотополимерном 3D-принтере шрифта Брайля, с достаточной для восприятия незрячими точностью и детальностью.
5. Запланирована проверка тактильного восприятия созданного шрифта Брайля с привлечением незрячих и слабовидящих людей.

### Список использованных источников

1. <https://tiflocentre.ru/stati/vse-o-braille.php>
2. <https://additiv-tech.ru/publications/fotopolimernaya-tehnologiya-pechati-osobennosti.html>
3. Колесниченко, Н. М. Инженерная и компьютерная графика : учебное пособие : [12+] / Н. М. Колесниченко, Н. Н. Черняева. – 2-е изд. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 236 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=617445> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0670-3. – Текст : электронный.
4. Притыкин, Ф. Н. Компьютерная графика: «КОМПАС» : учебное пособие : [16+] / Ф. Н. Притыкин, И. В. Крысова, М. Н. Одинец ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2020. – 111 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682329> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-3017-0. – Текст : электронный.
5. Бакулина, И. Р. Инженерная и компьютерная графика. КОМПАС-3D v17 : учебное пособие : [16+] / И. Р. Бакулина, О. А. Моисеева, Т. А. Полушина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2020. – 80 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=615664> (дата обращения: 15.07.2022). – Библиогр.: с. 75. – ISBN 978-5-8158-2199-6. – Текст : электронный.
6. Чевычелов, С.А. Основы моделирования в компас-3d для школьников: учебное пособие: С.А. Чевычелов, Е.Г. Коржавина – Курск: Университетская книга, 2021. – 60 с.