

**МБОУ «Лицей современных технологий управления №2» г. Пензы**

**Электронная игра  
«Нарды с голосовым управлением»**

**Авторы проекта:**

Фам Хоанг Вьет,  
Осина Вероника,

обучающиеся МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы

**Руководители:**

Адамский Сергей Сергеевич,

Голикова Ирина Александровна,  
учителя информатики высшей категории  
МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы

Пенза, 2024.

## Содержание

<b>Введение.....</b>	<b>3 стр.</b>
<b>1. Теоретическая часть.....</b>	<b>4 стр.</b>
<b>1.1 Общие сведения.....</b>	<b>4 стр.</b>
<b>1.2 Поиск существующих готовых решений (аналогов)</b>	<b>5 стр.</b>
<b>2. Практическая реализация.....</b>	<b>6 стр.</b>
<b>2.1 Выбор материалов и средств для разработки</b>	<b>6 стр.</b>
<b>2.2 Проектирование.....</b>	<b>8 стр.</b>
<b>2.3. Программная реализация на микроконтроллере</b>	<b>9 стр.</b>
<b>2.4 Программная реализация для ОС Google Android</b>	<b>11 стр.</b>
<b>Заключение.....</b>	<b>12 стр.</b>
<b>Список использованным источников</b>	<b>14 стр.</b>

## Введение

Электронные логические игры для современного человека являются обыденностью. Помимо косвенного приобщения людей к сфере IT и технологиям, такие игры стимулируют развитие логического мышления, творческих навыков и расширяют кругозор.

Нарды — это старинная восточная игра, развивающая логику и мышление. Люди играют в нарды более 5000 лет: данная игра найдена в гробнице фараона Тутанхамона (XV до н. э.). По разным легендам – в Западной Европе нарды появились с возвращением крестоносцев в XII веке. В средневековье игра пользовалась популярностью и называлась «трик-трак». Стабильный интерес нарды вызывают и в современном мире: созданы спортивные федерации [1], сотни тысяч человек в мире играют в мобильные игры данной тематики.

Цифровые версии привычных настольных игр пользуются большой популярностью. Таким примером являются:

«Нарды длинные и короткие» (1314000 человек) [2];

«Длинные нарды» (свыше 10млн установок) [3];

«Backgammon-Lord of Board» (5млн установок) [4].

Исходя из того, что популярность цифровой версии нард не уступает традиционной настольной игре, можно сделать вывод, что многие люди хотят играть в эту настольную игру, но не у всех есть такая возможность. Одна часть игроков находят себе соперников дистанционно, другая играет в одиночную версию в режиме «1 игрок с компьютером».

Некоторые люди не могут играть в нарды по состоянию здоровья. Например, люди с нарушением или отсутствием мелкой моторики испытывают затруднения с передвижением шашек по игровому полю. По данным Федеральной службы государственной статистики, по состоянию на 1 января 2023 года в России насчитывается около 11 млн людей с инвалидностью, 722 тыс. из которых — дети. [5]

Изучение рынка устройств для игры в нарды показало, что такое устройство, позволяющее играть в нарды без использования моторики рук, отсутствует. При поиске аналогов можно выделить работу Кулакова Дмитрия Алексеевича «Шашки для людей с ОВЗ». Проект Дмитрия заключался в

помощи людям с ОВЗ - в шашки можно играть при помощи «Яндекс Алисы» и сети Интернет. [6]

**Цель проекта:** увеличение доступности игры в нарды для людей с ограниченными возможностями здоровья, связанными с нарушением или отсутствием мелкой моторики рук.

**Задачи проекта:**

- 1) Изучить рынок предложений устройств для игры в нарды;
- 2) Определить функции готового продукта;
- 3) Определить материалы и средства для разработки устройства;
- 4) Разработать и запланировать апробацию устройства;

## 1. Теоретическая часть

### 1.1 Общие сведения

Нарды – это игра, где два игрока соперничают между собой, перемещая фишки по полю в соответствии со значениями на двух игральном костях (кубиках). Фишки должны перемещаться от стартовой позиции против часовой стрелки по краю поля. Как только один из игроков преодолевает своими фишками полный круг – игра заканчивается.

Существует множество версий игры в нарды: короткие, длинные, а также их разновидности с модификацией правил. В работе будет рассматриваться международная спортивная версия длинных нард, правила которой чётко описаны на сайте федерации по нардам. [7]

Условные обозначения, используемые для обозначения игровых зон на поле представлены на рисунке 1.



- 1 – ячейка (всего 24 ячейки);
- 2 – бар (планка, которая разделяет игровое поле);
- 3 – дом первого игрока;
- 6 – дом второго игрока;
- 4 – двор первого игрока;
- 5 – двор второго игрока;

Нумерация ячеек начинается с 5 зоны (1-6), следующая зона 6 (7-12), затем 4 зона (13-18), 3 зона (19-24).

*Рис. 1, условные обозначения поля для игры в нарды*

При игре в нарды используются следующие термины:

- **Голова** - стартовый столбец фишек игрока.
- **Дом** - последняя четверть доски относительно «головы» игрока, куда необходимо привести свои шашки для процесса их выброса.
- **Дубль** - одинаковые значения игральные кости, позволяет удвоить количество перемещений фишек за 1 ход.
- **Бар:** область на доске, расположенная между двумя половинами поля.

Игроки располагаются за полем друг напротив друга. Всего в игре 30 шашек, у каждого игрока по 15 шашек. Начальное расположение 15 шашек (головы) – крайняя левая ячейка относительно каждого из игроков.

Игроки по очереди кидают игральные кости. В зависимости от результата перемещают шашки. Когда все шашки игрока оказываются в зоне «дома» - начинается процесс их выброса на «бар».

Победа в длинных нардах обозначается четырьмя терминами:

**1. Кокс:** победа присуждается, если соперник не успел завести шашки в зону «дом» или «выбросить» хотя бы 1 шашку.

**2. Марс:** победа присуждается, если соперник успел «выбросить» более одной шашки.

**3. Оин:** партия, в которой проигравшему игроку удалось «выбросить» хотя бы одну шашку.

**4. Даве:** противник сдался.

## 1.2 Поиск существующих готовых решений (аналогов)

Поиск по цифровым торговым площадкам и поисковым системам не дал ни одного релевантного результата по запросам «Цифровые нарды», «Электронные нарды», «Интерактивные нарды», «Голосовые нарды». При обращении в «федерацию нард и бэкгэммон России» по контактному телефону было выяснено, что подобных цифровых решений для управления игрой в нарды при помощи голоса на момент создания данной работы не существует. Ближайший аналог – проект Кулакова Дмитрия Алексеевича «Шашки для людей с ОВЗ» не позволяет играть в нарды.

## 2. Практическая реализация

### 2.1 Выбор материалов и средств для разработки

Перед созданием прототипа продукта необходимо выделить минимальный набор функций:

1. Управление шашками при помощи голосовых команд.
2. У шашек игроков должны быть разные цвета.
3. Имитация броска игральные костей (кубиков).
4. Игра должна следовать официальным правилам международных спортивных длинных нарды.

Для имитации шашек на поле будут использованы RGB-светодиоды. Игровое поле состоит из 24 ячеек, в каждой из которых могут оказаться до 15 шашек одного из игроков. Также, как и первый игрок, второй игрок может потенциально накопить столбец из 15 шашек в ячейке, являющейся противоположной на поле. Исходя из данного утверждения возникает заключение о том, что в одной линии на поле могут оказаться до 30 шашек (друг напротив друга). Всего линий на поле 12, следовательно  $30 * 12 = 360$  игровых позиций. В игре существуют зона «бар» для каждого из игроков, вмещающая в себя до 15 шашек с каждой из сторон. В итоге, количество светодиодов, необходимых для игры в нарды:  $360 + (15 * 2) = 390$  штук. Ситуация, когда в одной линии на поле оказываются 30 шашек – крайне маловероятна и может быть обыграна наложением их друг на друга, визуально не отображая реального количества шашек одной из сторон, но учитывая кол-во шашек в памяти устройства. Было решено сократить количество светодиодов в одной линии до 20, что позволило в итоге получить сумму в 270 штук и сократить затраты на изготовление прототипа.

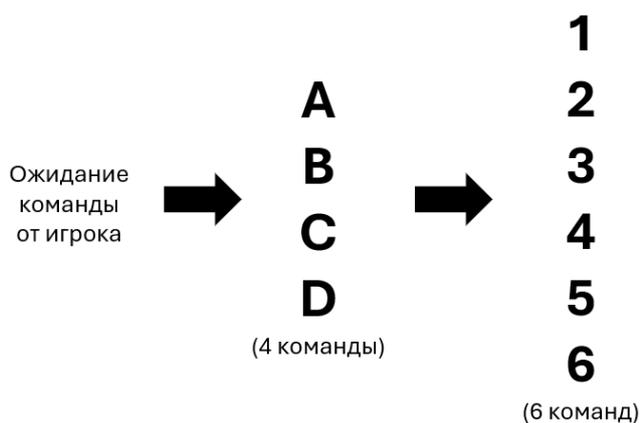
Для распознавания речи игроков были выбраны два решения:

1. Голосовой модуль «voice recognition module v3».
2. Связка модуля Bluetooth CN-05 и мобильного приложения на системе Google Android с системным распознаванием речи.

Первое решение не требует подключения к сети Интернет, но накладывает технические ограничения для разработчика: в один момент времени распознаются не более 7 команд, но общий размер записей в памяти может составлять до 64 штук. Программирование такого модуля осуществляется через программатор по протоколу VR3 в виде диалога шестнадцатеричными командами-ответами. [8]

Второе решение требует активного подключения к сети Интернет и наличия смартфона под управлением операционной системы Google Android. Ограничений на количество распознаваемых фраз нет, но активация распознавателя происходит по событию нажатия на кнопку в приложении.

Из-за возможности реализации прототипа с физическим модулем распознавания речи возникает проблема для использования координат шашек из оригинальной версии игры: в оригинале координатой шашки является целое число  $N \in [1, 24]$ , но физический модуль распознаёт только группу из 7 команд одновременно. Необходимо изменить обозначения для координат с 24 возможных значений до  $N \in [1, 7]$ . Решением проблемы является разделение игрового поля на 4 четверти: A, B, C, D, каждая из которых содержит в себе ячейки: 1, 2, 3, 4, 5, 6. Теперь, при распознавании одной из четырёх голосовых команд для обозначении четверти, возможно использовать последовательное распознавание номера ячейки в четверти (см. рисунок 2).



*Рис. 2, схема процесса распознавания голосовых команд.*

Игровой процесс будет озвучен при помощи модуля DF Play и динамика. Контроллером будет выступать Arduino nano с возможностью питания через USB, либо отдельный блок питания. Корпус прототипа будет выполнен с применением шлифованной фанеры (с применением лазерной резки) и прозрачного оргстекла.

№	Наименование	Цена (руб.)	Кол-во (шт.)	Стоимость (руб.)
1	Фанера шлифованная 1525x1525мм, 4мм	480	1	480
2	Оргстекло (2 мм)	175	2	350

3	Лента адресная Светодиодная (144 светодиода RGB) ws2812	1046	2	2092
4	Arduino nano	400	1	400
5	Блок питания (5В, 6А)	1186	1	1186
6	Коннектор для блока питания	150	1	150
7	Модуль распознавания голоса Voice Recognition Module V3	2909	1	2909
8	Ардуино модуль MP3-плеер	300	1	300
9	Модуль Bluetooth CH-05	400	1	400
	ИТОГО			7867

Таблица 1: «Материалы для использования в данном проекте».

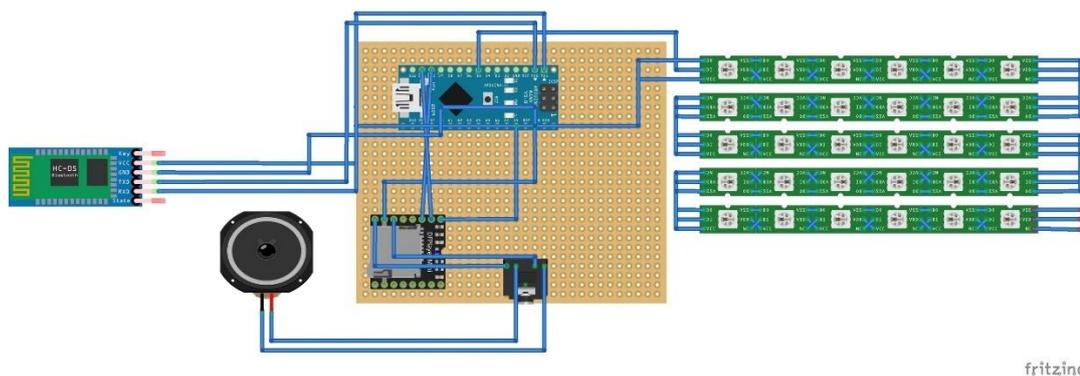
Код для устройства будет написан на языке программирования, основанном на C/C++. Для работы модулей будут использованы следующие библиотеки:

- Adafruit\_NeoPixel.h (для работы со светодиодной лентой ws2812).
- SoftwareSerial.h для организации виртуальных портов ввода/вывода данных между модулями.
- DFRobotDFPlayerMini.h для работы с модулем вывода звука.
- power.h - библиотека управления потреблением контроллера: делитель системной частоты и включение/выключение периферии.
- Для работы с модулем «Voice Recognition Module V3» в будущем понадобится библиотека «VoiceRecognitionV3.h».

Приложение для ОС Google Android будет создано при помощи MIT APP INVENTOR[9], так как данная среда позволяет это делать в режиме онлайн и имеет интуитивно-понятный интерфейс для начинающих разработчиков.

## 2.2. Проектирование

В бесплатной версии приложения «fritzing» была спроектирована схема устройства (см. рисунок 3).



fritzing

Рис. 3, схема устройства.

В векторном редакторе CorelDraw был создан макет для корпуса из фанеры (см рисунок 4). Используя возможности лазерной гравировки, были нанесены метки для крепления светодиодов на фанерном полотне. Для чёткого отображения шашки на поле будет использован белый лист формата А4, прижатый прозрачным оргстеклом. Бумага выбрана из-за того, что свет задерживается в данном материале, оставляя индикацию с чёткими краями, а не рассеивается в пространстве за полотном.

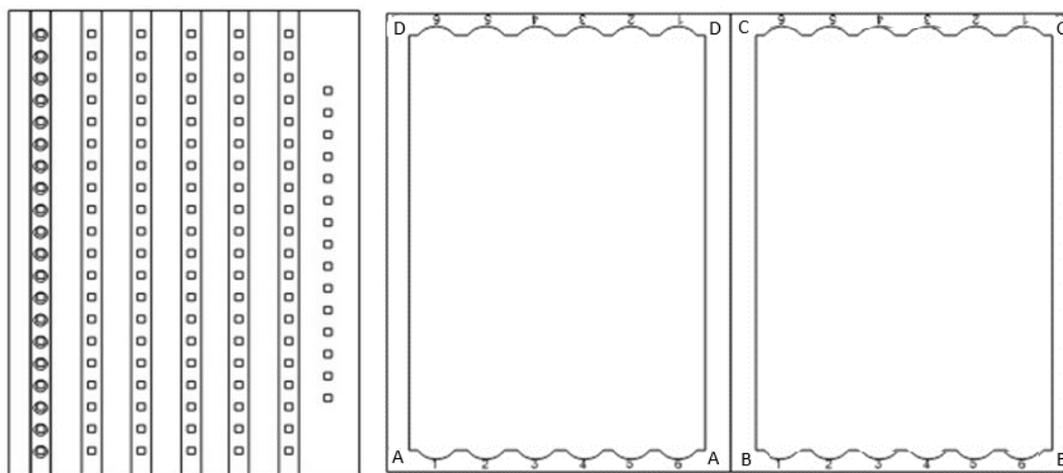


Рис. 4, фрагмент макета корпуса.

### 2.3. Программная реализация на микроконтроллере

Программирование на Arduino nano накладывает на разработчика ряд ограничений: малый объём памяти (постоянной и оперативной), невозможность передачи массивов в функции в виде аргументов, программа не имеет многозадачности и выполняется в одном потоке (в цикле loop).

Каждая из 24 ячеек на поле может содержать до 15 шашек, следовательно, хранить информацию о расположении шашек удобнее всего будет при помощи двумерного массива `byte matrix[24][15] = {0};`. В таком массиве «0» обозначает отсутствие шашки, «1» шашку первого игрока, «2» шашку второго игрока. Зоны `bar1[15]` и `bar2[15]` – одномерные массивы – изображают шашки на бортиках.

«Отрисовка» шашек происходит против часовой стрелки, начиная с позиции «головы» первого игрока `A1->A6->B1->B6->C1->C6->D1->D6`, индексы массива `matrix[i][j]`, где `i` (отвечает за ячейку на поле) изменяется при помощи цикла на отрезке `[0,23]`, а `j` (отвечает за позицию шашки в ячейке) на отрезке `[0,14]`. Схема расположения ячеек представлена в приложении 1.

Преобразование данных из массива в отображение конкретного цвета светодиодом на поле выполняется циклически. Все 270 светодиодов на поле соединены последовательно и проиндексированы от 0 до 269 (см приложение 2). Код, выполняющий преобразование представлен в приложении 3.

Отображение шашек в ячейках первого игрока имеет отличительную особенность – шашки располагаются сверху-вниз, для этого приходится вычислять индексы светодиодов не просто смещением через множитель 20 (столько светодиодов в одной линии) при помощи умножения, а через инвертирование порядка индексов позиций. Отображение каждой из четвертей имеют свои особенности из-за нахождения зоны «Бар» в центре поля и инвертированного позиционирования.

Состояния светодиодам задаются при помощи трёх основных функций библиотеки:

- `clear()` – очистка данных об отображаемых цветах;
- `setPixelColor(индекс светодиода, .Color(R, G, B))`, где R, G, B сила цвета в byte от 0 до 255;
- `show()` – отправка данных о цвете каждому светодиоду в ленте.

Работа с модулем Bluetooth реализована в виде общения через последовательный порт (RX/TX пины микроконтроллера): все данные, которые получает беспроводной модуль от мобильного клиента по каналу связи, передаются в микроконтроллер и наоборот. Каждый раз, когда в игровой ситуации требуется ответ от игрока - выполняется бесконечный цикл «`while(true)`», выход из которого возможен только после получения валидных данных от модуля. Так, например, при сообщении игроком координаты шашки на поле для перемещения выполняется следующее: сначала ожидается символ – название четверти поля, затем ожидается номер ячейки в четверти.

Ход игрока реализован через присваивание в массиве соответствующего номеру игрока числа одной из ячеек. Шашка с исходной позиции удаляется присваиванием значения «0». При переходе шашки второго игрока с четверти «D» в четверть «A» происходит обработка особой ситуации выхода за границу массива (23+ индекс в четверти «D»): значение переполнения становится конечным индексом для перемещения (0+ индекс в четверти «A»).

На момент реализации проекта не удалось получить рабочий модуль Voice Recognition V3, что вынуждает отложить его внедрение на перспективу

разработки, однако кодовая база в микроконтроллере должна быть совместимой с его особенностями, описанными в начале данной работы.

Вывод звука через динамик выполняется одной командой `myDFPlayer.play(n)`, где `n` – порядковый номер аудиозаписи на `microSD-flash` накопителе.

Бросок игральных костей имитирован при помощи псевдослучайных чисел. Для того, чтобы последовательность псевдослучайных чисел была разной каждый запуск микроконтроллера – используются данные с аналоговых входов, которые генерируются помехами и радионаводками из окружающей среды. Значение игральные кости после имитации броска отображаются на игровом поле при помощи светодиодов. При выпадении одинаковых значений на двух игральные кости происходит обработка ситуации «дубль» в соответствии с официальными правилами игры: например, предоставляется право на четыре перемещения шашек вместо двух.

При запуске игры голосовое меню предлагает выбрать один из трёх режимов:

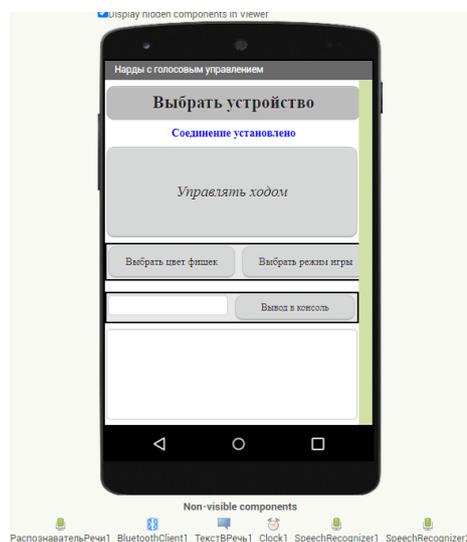
- 1) Короткие нарды (пока не реализовано).
- 2) Длинные нарды.
- 3) Обучение.

При обучении выполняется имитация фрагментов игры, где пользователям разъясняются основные способы взаимодействия с игрой. При выборе игры пользователям предлагается выбрать цвет шашек, затем отображаются стартовые позиции и производится первый бросок игральные кости для первого игрока.

## 2.4 Программная реализация приложения для ОС Google Android

Создание приложений в среде MIT app Inventor происходит в визуальном формате в стиле «Скрэтч». Сначала проектируется дизайн страницы приложения, затем все выбранные компоненты необходимо наделять алгоритмами поведения.

Приложение, которое позволяет взаимодействовать с электронными нардами на момент написания работы изображено на рисунке 4.



Были использованы следующие компоненты:

- Распознаватель речи.
- Таймер.
- Клиент Bluetooth.

При нажатии на кнопку «Управление ходом» интерфейс просит пользователя произнести команду, после чего распознанный текст передаётся дальше в запрограммированный алгоритм (рисунок 5). Метод SendText отправляет указанные данные напрямую в последовательный порт микроконтроллера электронных нард через модуль Bluetooth.

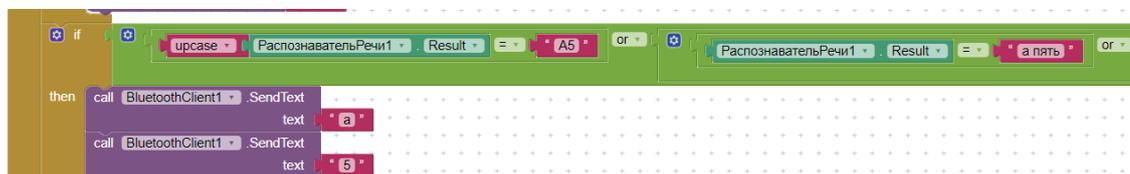


Рис. 6, фрагмент алгоритма распознавания речи

### Заключение

Полученное устройство обладает огромным потенциалом для дальнейшей разработки. Это платформа, на поле которой возможно реализовать другие игры, например – шашки, морской бой, лабиринты и другие. Проект находится в открытом доступе для исследования другими специалистами и энтузиастами.

Были получены положительные отзывы от людей с ОВЗ: «таким способом играть легче». Разработка может пройти апробацию в специализированных классах МБОУ СОШ №30 г. Пензы, где обучаются дети с ОВЗ, а также в активном пансионе «Дом Вероники».

Основная цель проекта – реализовать игру в нарды без использования рук достигнута – игра полностью управляется при помощи голосовых команд. Потенциально доступность игры в нарды увеличена для людей с ОВЗ. Более очевидным результат станет только после апробации.

Поставленные задачи на текущем этапе разработки выполнены. Планы по дальнейшей работе над проектом:

- Усовершенствовать режим обучения.
- Получение отзыва и консультации от Федерации нард.
- Получение отзыва от профильных учреждений (ОВЗ).

- Добавление дополнительных анимаций на поле.
- Добавление режима «Короткие нарды».
- Добавление режима «1 игрок против компьютера».
- Онлайн-режим.
- Добавление речевых команд на других языках.

**Код проекта доступен по следующим гиперссылкам:**

Код микроконтроллера, код проекта мобильного приложения:

<https://disk.yandex.ru/d/EBpPwOrWjLYrNw>

Фото выполненного проекта см. в приложении 4.

### Список использованных источников:

- 1) Общероссийская физкультурно-спортивная общественная организация «Федерация нарды» [Электронный ресурс]. URL: <https://rusnardy.ru/>  
(Дата обращения: 11.12.2023)
- 2) Онлайн-игра «Нарды длинные и короткие». [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/games/app/190906> (Дата обращения: 12.12.2023)
- 3) Ссылка для скачивания приложения «Длинные нарды». [Электронный ресурс]. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.aastudio.games.longnards>  
(Дата обращения: 12.12.2023)
- 4) «Backgammon - Lord of the Board». [Электронный ресурс]. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.beachbumgammon>  
(Дата обращения: 12.12.2023)
- 5) Инклюзия в России: возможности и ограничение людей с ОВЗ [Электронный ресурс]. URL: <https://tass.ru/obschestvo/18898391> (Дата обращения: 14.12.2023)
- 6) Ссылка на работу «Шашки для детей с ограниченными возможностями здоровья». [Электронный ресурс]. URL: [https://ДМИП.пф/files/works/455\\_6088.pdf](https://ДМИП.пф/files/works/455_6088.pdf) (Дата обращения: 1.12.2023)
- 7) Официальные правила игры. [Электронный ресурс]. URL: <https://rusnardy.ru/learn/long> (Дата обращения: 1.12.2023)
- 8) Инструкция по работе с модулем распознавания голоса. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.elechouse.com/elechouse/images/product/VR3/VR3\\_manual.pdf](https://www.elechouse.com/elechouse/images/product/VR3/VR3_manual.pdf)  
(Дата обращения: 11.12.2023).
- 9) Онлайн-инструмент для создания приложений. [Электронный ресурс]. URL: <https://appinventor.mit.edu> (Дата обращения: 11.12.2023).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Схема расположения ячеек и представлений их в массиве.

m[23]	m[22]	m[21]	m[20]	m[19]	m[18]		m[17]	m[16]	m[15]	m[14]	m[13]	m[12]
		m[21][0]										
		m[21][1]										
		m[21][2]										
		m[21][3]										
		m[21][4]										
m[0][14]	<b>ПЕРЕСЕЧЕНИЕ</b>	m[21][5]										
m[0][13]		m[21][6]										
m[0][12]		m[21][7]										
m[0][11]		m[21][8]										
m[0][10]		m[21][9]										
m[0][9]		m[21][10]										
m[0][8]		m[21][11]										
m[0][7]		m[21][12]										
m[0][6]		m[21][13]										
m[0][5]		m[21][14]										
m[0][4]												
m[0][3]												
m[0][2]												
m[0][1]												
m[0][0]												
m[0]	m[1]	m[2]	m[3]	m[4]	m[5]		m[6]	m[7]	m[8]	m[9]	m[10]	m[11]

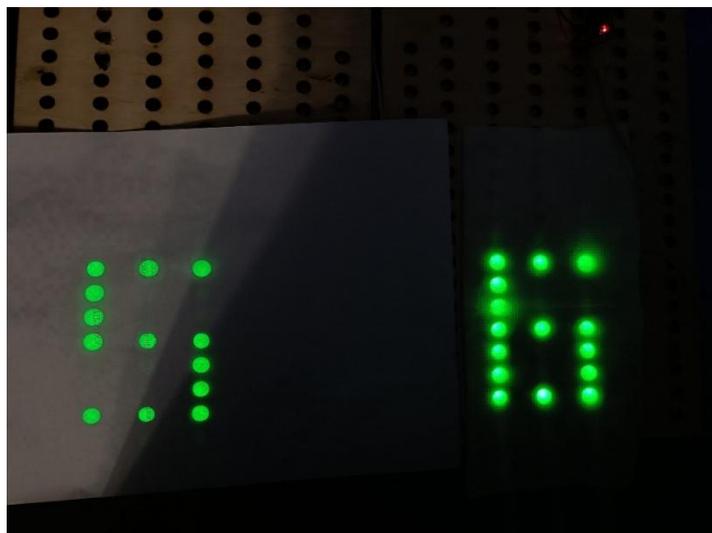
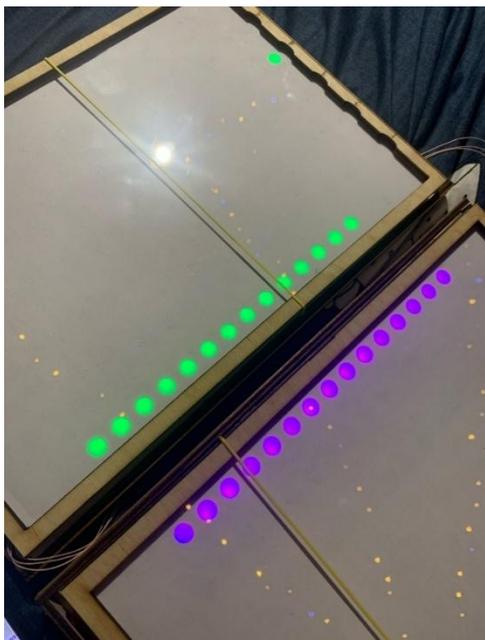
## ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Индексация светодиодов

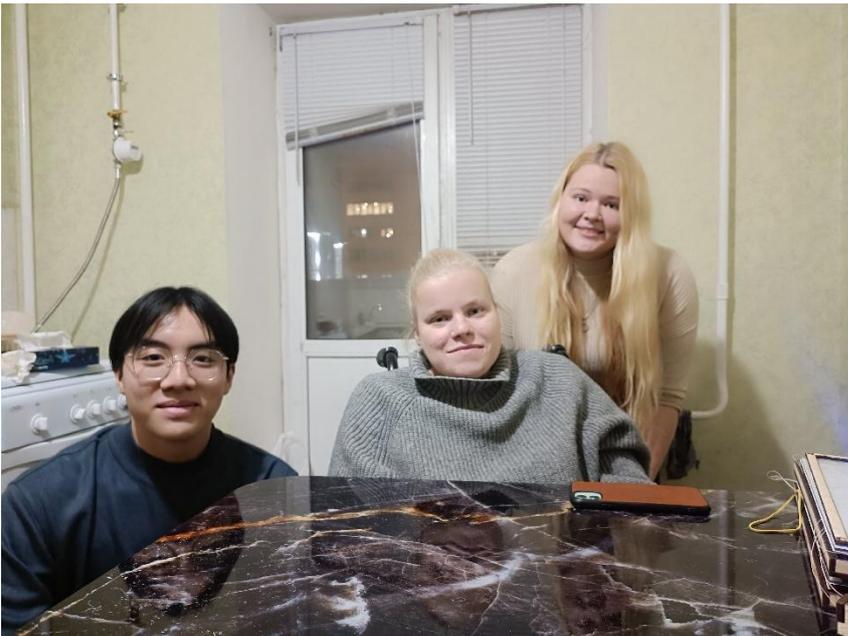
D6	D5	D4	D3	D2	D1		C6	C5	C4	C3	C2	C1	
0	20	40	60	80	100	BAR1	BAR2	150	170	190	210	230	250
1	21	41	61	81	101			151	171	191	211	231	251
2	22	42	62	82	102	120	135	152	172	192	212	232	252
3	23	43	63	83	103	121	136	153	173	193	213	233	253
4	24	44	64	84	104	122	137	154	174	194	214	234	254
5	25	45	65	85	105	123	138	155	175	195	215	235	255
6	26	46	66	86	106	124	139	156	176	196	216	236	256
7	27	47	67	87	107	125	140	157	177	197	217	237	257
8	28	48	68	88	108	126	141	158	178	198	218	238	258
9	29	49	69	89	109	127	142	159	179	199	219	239	259
10	30	50	70	90	110	128	143	160	180	200	220	240	260
11	31	51	71	91	111	129	144	161	181	201	221	241	261
12	32	52	72	92	112	130	145	162	182	202	222	242	262
13	33	53	73	93	113	131	146	163	183	203	223	243	263
14	34	54	74	94	114	132	147	164	184	204	224	244	264
15	35	55	75	95	115	133	148	165	185	205	225	245	265
16	36	56	76	96	116	134	149	166	186	206	226	246	266
17	37	57	77	97	117			167	187	207	227	247	267
18	38	58	78	98	118			168	188	208	228	248	268
19	39	59	79	99	119	BAR1	BAR2	169	189	209	229	249	269
A1	A2	A3	A4	A5	A6			B1	B2	B3	B4	B5	B6

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Код функции преобразования массива шашек в отображение светодиодами.

```
void trace_pole(uint32_t pl1_color, uint32_t pl2_color){
    //pl1_color и pl2_color - числа, сконвертированные библиотекой из модели цвета
    RGB. pl1_color - цвет шашек первого игрока, pl2_color - цвет шашек второго.
    pixels.clear(); //очистка данных о цветах светодиодов в библиотеке
    for(byte j=0; j<6; j++) { //A1-A6
        for(byte i=0; i<15; i++) {
            if(matrix[j][i]==1){
                //Задаётся RGB цвет светодиоду по индексу
                pixels.setPixelColor((20-i-1)+20*j, pl1_color);
            }else if(matrix[j][i]==2){
                pixels.setPixelColor((20-i-1)+20*j, pl2_color);
            }
        }
    }
    for(byte j=6; j<12; j++) { //B1-B6
        for(byte i=0; i<15; i++) {
            if(matrix[j][i]==1){
                pixels.setPixelColor((20-i-1+30)+20*j, pl1_color);
            }else if(matrix[j][i]==2){
                pixels.setPixelColor((20-i-1+30)+20*j, pl2_color);
            }
        }
    }
    for(byte j=12; j<18; j++) { //C1-C6
        for(byte i=0; i<15; i++) {
            if(matrix[j][i]==1){
                pixels.setPixelColor((i+30)+20*(23-j), pl1_color);
            }else if(matrix[j][i]==2){
                pixels.setPixelColor((i+30)+20*(23-j), pl2_color);
            }
        }
    }
    for(byte j=18; j<24; j++) { //D1-D6
        for(byte i=0; i<15; i++) {
            if(matrix[j][i]==1){
                pixels.setPixelColor((i)+20*(23-j), pl1_color);
            }else if(matrix[j][i]==2){
                pixels.setPixelColor((i)+20*(23-j), pl2_color);
            }
        }
    }
    for(byte i=0; i<15; i++) { //BAR 1/2
        if(bar1[i]==1){
            pixels.setPixelColor(120+i, pl1_color);
        }else if(bar1[i]==2){
            pixels.setPixelColor(120+i, pl2_color);
        }
        if(bar2[i]==1){
            pixels.setPixelColor(135+i, pl1_color);
        }else if(bar2[i]==2){
            pixels.setPixelColor(135+i, pl2_color);
        }
    }
    pixels.show();
}
```

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Фото проекта





## Рецензия

на работу обучающихся МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы Фама Хоанга Вьета и  
Осиной Вероники «Электронная игра «Нарды с голосовым управлением»

Выполненная работа является уникальной в своём роде, не имеющая аналогов. Проект выполнен с высокой долей самостоятельности, а текст имеет научный стиль изложения и чёткую структуру.

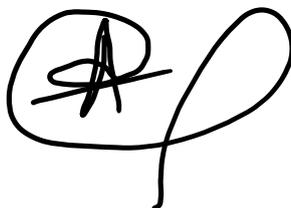
В первой части выполнен необходимый теоретический обзор для понимания правил игры в нарды, во второй части подробно описана реализация продукта.

Код проекта находится в открытом доступе и может послужить толчком к развитию подобных проектов в будущем.

Внимание к людям с ОВЗ повышает значимость работы – вопрос инклюзии и адаптации инвалидов в современном Российском обществе достаточно остро стоит на повестке дня. Подобные разработки нацелены на повышение их качества жизни.

Данный проект рекомендуется к ознакомлению.

Учитель информатики  
МБОУ ЛСТУ №2 г. Пензы,  
Адамский С. С.



11.01.2024