

*М.В. Фролова<sup>1,2\*</sup>, Д.С. Мамаев<sup>1,2</sup>, Р.В. Гришин<sup>1,2</sup>, А.А. Шаранов<sup>2</sup>*

## **Разработка программно-аппаратного комплекса визуализации тактильных исследований незрячих и слабовидящих**

<sup>1</sup> ООО «СИБМА», г. Новосибирск,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», г. Новосибирск,

Российская Федерация

\* e-mail: ooo.sibma@gmail.com

**Аннотация.** С каждым годом вспомогательных технологий для инвалидов по зрению становится всё больше, стремясь сделать особенности их восприятия мира вокруг менее заметными. В большинстве современных разработках для незрячих и слабовидящих цель программного обеспечения – донести до незрячего или слабовидящего человека информацию. Но нет ни одного программного модуля, позволяющего учителям, тифлопедагогам или другим сторонним людям понять, какую информацию и в какой последовательности воспринимает человек с ОВЗ по зрению. Большинство разработок для людей данной категории стремятся передать им информацию. Но ни одно из этих приложений не может предоставить какие-либо статистические данные, показывающие полноту и качество получаемой информации незрячим или слабовидящим. В ряде завершённых или текущих зарубежных и отечественных разработок модуля, предоставляющего сведения о получаемой информации человека с ограниченной зрительной функции, нет. В рамках представленной работы рассматривается алгоритм и метод создания подходящего программно-аппаратного комплекса для визуализации тактильных исследований незрячих и слабовидящих.

**Ключевые слова:** программно-аппаратный комплекс, разработка, реализация, программное обеспечение, тифлопедагог.

*M.V. Frolova<sup>1,2\*</sup>, D.S. Mamaev<sup>1,2</sup>, R.V. Grishin<sup>1,2</sup>, A.A. Sharapov<sup>2</sup>*

## **Development of a hardware and software complex for visualization of tactile studies of the blind and visually impaired**

<sup>1</sup> SIBMA LLC, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: ooo.sibma@gmail.com

**Abstract.** Every year there are more and more assistive technologies for the visually impaired, trying to make the peculiarities of their perception of the world around them less noticeable. In most modern developments for the blind and visually impaired, the goal of software is to convey information to a blind or visually impaired person. But there is not a single software module that allows teachers, typhlopedagogues or other third-party people to understand what information and in what sequence a person with visual impairment perceives. Most developments for people in this category seek to convey information to them. But none of these applications can provide any statistical data showing the completeness and quality of the information received by the blind or visually impaired. In a number of completed or ongoing foreign and domestic developments, there is no module that provides information about the information received by a person with limited

visual function. Within the framework of the presented work, an algorithm and a method for creating a suitable software and hardware complex for visualizing tactile examinations of the blind and visually impaired are considered.

**Keywords:** software and hardware complex, development, implementation, software, typhlopedagogue.

### ***Введение***

В настоящее время процессы обучения и адаптации людей с ограниченными возможностями зрительной функции, требующие использования сторонних материалов, нуждаются в модернизации. В ходе всего занятия рядом с учеником находится тифлопедагог, который внимательно наблюдает за тактильными исследованиями ученика и корректирует ход обучения. Такой подход к обучению имеет определенные риски, основанные на человеческом факторе: у специалиста нет определенной опоры или статистических данных, основываясь на которые педагог мог бы подкреплять и подтверждать свои действия по корректировке и проведению занятий. Большинство разработок для людей данной категории стремятся передать им информацию. Но ни одно из этих приложений не может предоставить какие-либо статистические данные, показывающие полноту и качество получаемой информации незрячим или слабовидящим. В ряде завершенных или текущих зарубежных и отечественных разработок нет модуля, предоставляющего сведения о получаемой информации человека с ограниченной зрительной функции [2-7].

Таким образом, цель данного проекта – разработка и реализация программно-аппаратного комплекса визуализации тактильных исследований.

Для достижение поставленной цели был выделен ряд задач:

- разработка концепции продукта
- проектирование программной и аппаратной частей продукта
- реализация и сборка программно-аппаратного комплекса

### ***Методы и материалы***

В целом программно-аппаратный комплекс включает в себя две главные составляющие – аппаратную часть и программную. Для каждой из них написано специализированное программное обеспечение (ПО). Аппаратная часть отвечает за отслеживание тактильных исследований человека при помощи компьютерного зрения и передачу данных о них программной части. Та же в свою очередь отвечает за приём данных о тактильных исследованиях и их визуализацию в виде тепловой карты.

Основа аппаратной части - микрокомпьютер Raspberry PI model 4 с подключенной к ней веб-камерой. Питание платы организовано двумя вариантами: автономно от литийонных батарей и от сети 220V. Предусмотрена индикация состояний таких как «Подключено», «В ожидании подключения»,

«Идентификация установки». Вся аппаратная часть располагается на штативе, собранном из двух алюминиевых трубок. Корпус под электронику аппаратной части и крепежи для трубок спроектированы и распечатаны на 3D принтере (рис. 1).

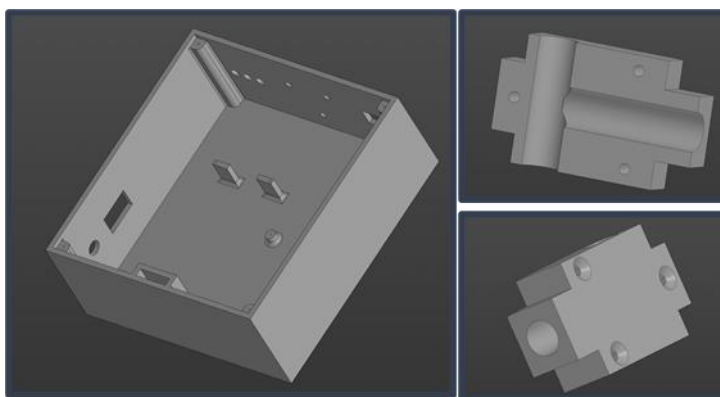


Рис.1. Проектирование крепежных элементов

Компонентная база устройства представлена на рисунке 2.



Рис. 2. Компонентная база аппаратной части

Программная часть представлена специализированным приложением, написанным под операционные системы Windows, MacOS и Линукс. Для корректной и стабильной работы на ОС и бесперебойного использования компьютерного зрения, ПО написано на C++ с использованием библиотеки QT для разработки интерфейса. В программе происходит приём данных, их обработка и визуализация в виде тепловой карты. Реализована поддержка работы с несколькими устройствами одновременно и переключение между ними без потери данных. После завершения урока пользователю предоставляется возможность сохранения тепловой карты в формате лог-файла или .jpeg.

Модули комплекса общаются между собой через сеть Wi-Fi: аппаратная часть подключена к специально настроенному роутеру, а программная – к Wi-Fi-адаптеру. Учительский компьютер (программная часть) посылает широковещательный запрос всем устройствам в сети. В ответ каждое

устройство должно отправить о себе такие данные как IP адрес, MAC адрес и свое название для дальнейшей идентификации и подключения (рис. 3).

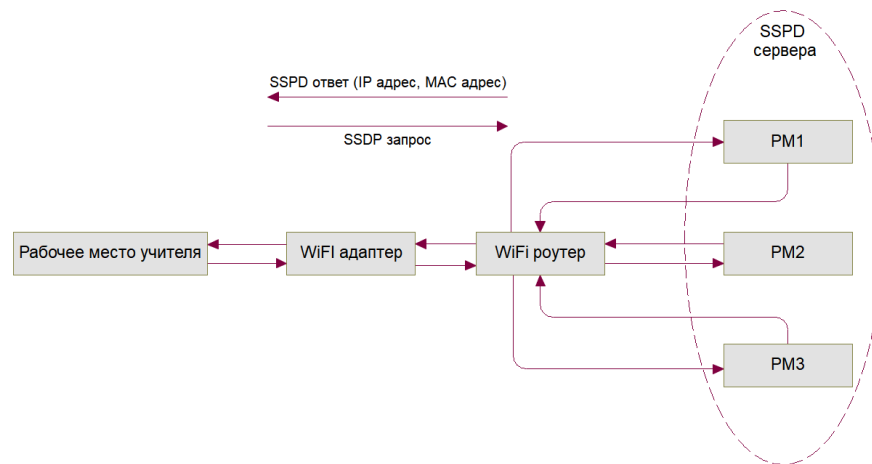


Рис. 3. Общение между модулями комплекса

Учительский компьютер, получив данные об устройствах в сети, подключается к каждому устройству. Происходит обмен данными (рис. 4).

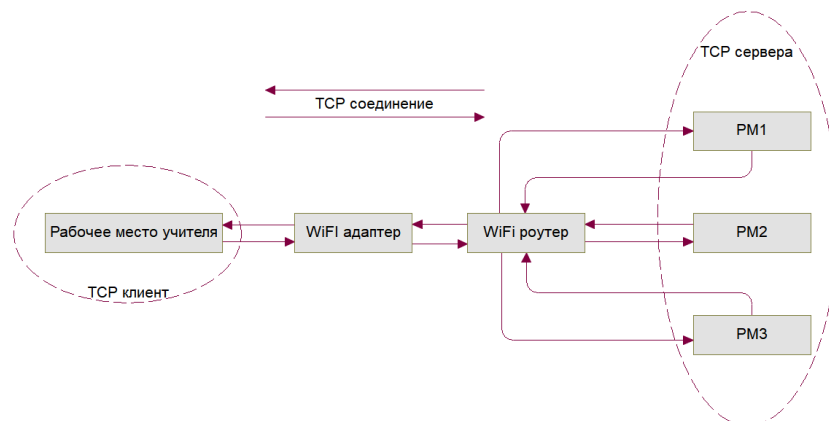


Рис. 4. Обмен данными между модулями комплекса

## ***Результаты***

На рисунках 5 и 6 представлены соответственно реализованные программная и аппаратная части комплекса.

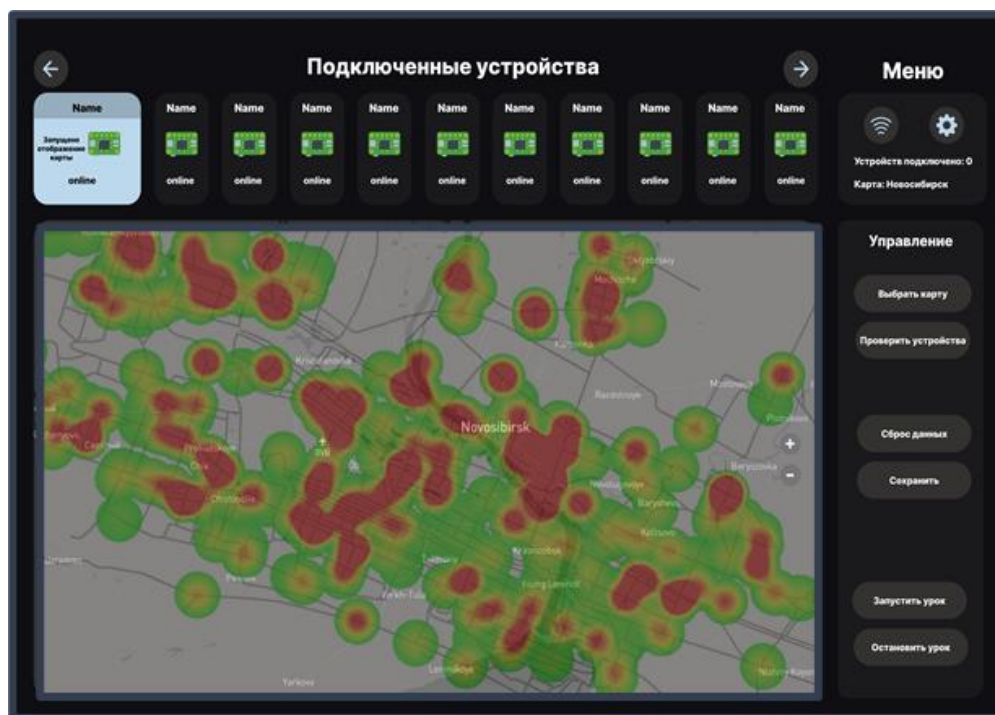


Рис. 5. Программная часть



Рис.6. Аппаратная часть

В результате реализован инновационный программно-аппаратный комплекс для визуализации тактильных исследований незрячих и слабовидящих. Разработано специализированное ПО отдельно для программной и аппаратной частей.

### *Обсуждение*

Продукт, разработанный в рамках данной работы, позволяет визуализировать тактильные исследования незрячих и слабовидящих. Предполагаемые области использования:

- помощь тифлопедагогам в специализированных учебных учреждениях [1];

– реализация возможности дистанционного обучение.

### ***Заключение***

Реализация и дальнейшее развитие представленного программно-аппаратного комплекса поможет вывести обучение и адаптацию незрячих и слабовидящих людей на новый уровень.

### ***Благодарности***

Авторы статьи выражают особую благодарность Фонду содействия инновациям за грантовую поддержку проекта, а также ФГБОУ ВО «СГУГиТ» и Лабораторию искусственного интеллекта СГУГиТ за помощь и поддержку в разработке данного продукта.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Соколов В. В. Эволюция тифлоинформационных средств // Дефектология / Ред. Н. Н. Мало-феев, И. А. Ко-робейников. - 2009. - № 5. - С. 57-63.
2. Фролова, М. В. Разработка программно-аппаратного модуля визуализации тактильных исследований человека для людей с ОВЗ по зрению / М. В. Фролова, А. А. Шарапов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022. – Т. 7. – № 1. – С. 251-255. – EDN SRKGGG.
3. Фролова, М. В. Интеллектуальная тактильная карта как средство изучения тактильных исследований человека / М. В. Фролова, А. А. Шарапов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 7. – № 2. – С. 248-252. – EDN ZDSVZW.
4. Фролова, М. В. Разработка интеллектуальной тактильной карты / М. В. Фролова, А. А. Шарапов // Интеллектуальный потенциал Сибири : материалы 28-ой Региональной научной студенческой конференции: в 3 частях, Новосибирск, 13–22 мая 2020 года / Под. ред. Соколовой Д.О.. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. – С. 519-521. – EDN UKUFSY.
5. Фролова, М. В. Разработка интеллектуальной тактильной карты / М. В. Фролова, А. А. Шарапов // Интеллектуальный потенциал Сибири : Материалы 28-ой Региональной научной студенческой конференции. В 3-х частях, Новосибирск, 13–22 мая 2020 года / Под. редакцией Д.О. Соколовой. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. – С. 463-469. – EDN EWFFCN.
6. Фролова, М. В. Разработка программно-аппаратного комплекса интеллектуальной тактильной карты / М. В. Фролова, А. А. Шарапов // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 7. – № 1. – С. 129-134. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-7-1-129-134. – EDN AUWHMY.
7. Шарапов, А. А. Разработка тактильной карты для людей с ОВЗ / А. А. Шарапов, М. В. Фролова // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2019. – Т. 7. – С. 32-37. – DOI 10.33764/2618-981X-2019-7-32-37. – EDN EMKWQI.
8. Шапиро, Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман ; пер. с англ. — 4-е изд., электрон. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 763 с. — (Лучший зарубежный учебник). — ISBN 978-5-00101-696-0. - Текст : электрон-ный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1094363> (дата обращения: 30.05.2022). – Режим доступа: по подписке.