

**С. А. Лебедева,**  
*Институт медико-биологических проблем РАН;*  
*vOICe vision*  
Москва, Россия

## **Звуковое зрение как современный способ реабилитации незрячих людей**

Рассмотрено сенсорное замещение — перевод ощущений из одной сенсорной модальности в другую, что в случае с незрячими людьми означает суррогатное зрение. Экспериментальные исследования с участием слепых людей показали, что с помощью устройств сенсорного замещения можно успешно перевести визуальную информацию, полученную с помощью видеокамер, в тактильные ощущения и звуковой ряд. Компания *vOICe vision* создала курс обучения «звуковому зрению». Обучившиеся ему незрячие люди могут различать формы плоских изображений и предметов окружающей среды, ориентироваться в пространстве и использовать сенсорное замещение как один из способов реабилитации.

*Ключевые слова:* сенсорное замещение, звуковое зрение, психология восприятия, незрячие, реабилитация

**Svetlana A. Lebedeva**  
*Institute of Biomedical Problems of RAS;*  
*vOICe vision*  
Moscow, Russia

## **vOICe Sound Vision as a Modern Method for Rehabilitation of Blind People**

Sensory substitution is the transfer of sensations from one sensory modality to another, which in the case of blind people means surrogate vision. Experimental studies with the participation of blind people have shown that with the help of sensory substitution devices, it is possible to successfully translate visual information received with the help of video cameras into tactile sensations and sound. *vOICe vision* has created a sound vision

training course. Blind people trained in sound vision can distinguish between the shapes of flat images and environmental objects, navigate in space, and use sensory substitution as one of the methods of rehabilitation.

*Keywords:* sensory substitution, sound vision, psychology of perception, blind people, rehabilitation

*Введение.* На сегодняшний день во всем мире насчитываются миллионы слепых людей, и каждые десять лет их процент увеличивается. Растет число людей с неизлечимой слепотой, неспособных к бытовому самообслуживанию без зрячих помощников или специальных средств реабилитации. На сегодняшний день во всем мире насчитываются более 246 млн инвалидов по зрению, из них около 39 млн — тотально незрячие. В Российской Федерации в 2011 г. насчитывалось около 220 тыс. инвалидов по зрению, из которых количество тотально слепых людей составляло 103 тыс. [1].

Традиционные тифлотехнические средства помощи незрячим людям включают тактильные трости, специальные устройства и программы для чтения, собак-проводников и медицинские приборы с речевым выходом. Существует ограниченное количество средств реабилитации потерявших зрение людей, позволяющих им воссоздать ощущение динамического восприятия окружающего мира, не ограничивая его рядом хорошо знакомых контекстов. Одним из экспериментальных направлений преодоления этого ограничения являются средства сенсорного замещения [2].

Сенсорное замещение — это перевод ощущений из одной сенсорной модальности в другую, что в случае с незрячими людьми означает суррогатное зрение, которое достигается с помощью стимуляции иных сенсорных систем, позволяя воссоздавать визуальные образы.

Экспериментальные исследования с участием слепых людей показали, что с помощью устройств сенсорного замещения можно успешно перевести визуальную информацию, полученную с помощью видеокамер, в тактильные ощущения [3] и звуковой ряд [4–6].

Технология сенсорного замещения *vOISe* помогает слепым обрести зрение с помощью преобразования визуальной информации в звуковую, тем самым задействуя слуховую и зрительную кору го-

ловного мозга, что является возможным благодаря кроссmodalным взаимодействиям и нейропластичности [4].

*Материалы и методы.* Видео, снимающееся в непрерывном режиме с помощью очков с встроенной видеокамерой, дробится на изображения раз в секунду и переводится в черно-белый формат. Затем получившаяся картинка кодируется в аудиодорожку продолжительностью 1 с. Алгоритм перевода изображения в звук строится на основе следующих принципов: озвучиваются только светлые пиксели (чем белее — тем громче, черный цвет не озвучивается), высота каждого пикселя кодируется высотой тона звука, а расположение по горизонтали — звучанием в начале (слева) или в конце (справа) аудиодорожки [5].

*Результаты.* Основываясь на данных экспериментальных исследований, компания *vOICE vision* создала курс обучения, позволяющий различать формы плоских изображений и предметов окружающей среды, ориентироваться в пространстве и использовать сенсорное замещение как один из способов реабилитации. Обучающийся проходит стадии диффузного восприятия, синкрета, предпонятия и наконец понятия, то есть проходит все ступени формирования представлений, на которые будет опираться новый способ восприятия пространства и предметов [7]. При помощи механизма обратной связи незрячий человек сначала начинает из звучания вычленять отдельные предметы окружающего мира, потом отмечает различия между звуковыми паттернами и формами разных предметов, и только затем начинает «догадываться» о принадлежности звучания незнакомого объекта к определенной категории вещей. Таким образом, обучившиеся навыку звукового зрения могут воспринимать формы, размер и расположение предметов в пространстве.

В период 2018–2020 гг. компанией *vOICE vision* были обучены 42 чел. В среднем обучение занимало два месяца (два еженедельных занятия с тренером и ежедневные самостоятельные занятия), однако некоторым ученикам в связи с жизненными обстоятельствами требовалось больше времени. В конце обучения выборка из 12 добровольцев сдала экзамен, состоящий из заданий на определение формы и размера предметов, лежащих на столе, и взаимодействия

с ними; на взаимодействия с крупными предметами, расположенными на уровне ног (стульями, столами), а также на перемещения в пространстве (ходьба по прямой, обход препятствий, заход в двери, подъем/спуск по лестнице). Оценивались точность и скорость выполнения программы. Средний балл по результатам всех тестов составил 4,5.

Эффективность звукового зрения по сравнению с другими современными технологическими решениями была подтверждена первым местом на международных соревнованиях «Нейротлон-2018». С 2019 г. *vOICE vision* участвует в программе тестирования инноваций на базах пансионата для инвалидов по зрению в п. Малино (МО) и в Российской государственной библиотеке для слепых (РГБС).

*Заключение.* Незрячие люди, овладевшие навыком звукового зрения, функционально переходят в категорию слабовидящих: могут перемещаться в незнакомые места без сопровождающих, заниматься творчеством и спортом, требующими визуального контроля, а также осваивать новые профессии. Область применения технологии *vOICE vision* позволяет обеспечить звуковым зрением людей с отсутствующими органами зрения и при анатомической сохранности внутреннего уха. Противопоказаниями можно считать органические или функциональные повреждения головного мозга, нейродегенеративные заболевания, низкую сохранность интеллекта.

### **Библиографические ссылки**

1. *Бадимова А. В.* Особенности эпидемиологии заболеваемости и инвалидности в связи с болезнями органов зрения в России и за рубежом // Наука молодых = *Eruditio Juvenium*. 2020. № 2. С. 261–268.
2. *Real S., Araujo A.* Navigation Systems for the Blind and Visually Impaired: Past Work, Challenges, and Open Problems // *Sensors*. 2019. Vol. 19. P. 3404.
3. *Bach-y-Rita P., Collins C. C., Saunders F. et al.* Vision Substitution by Tactile Image Projection // *Nature*. 1969. Vol. 221. P. 963–964.
4. *Grauly C., Papaioannou O., Bauer P. et al.* Hearing Shapes: Event-related potentials reveal the time course of auditory-visual sensory substitution // *J. of Cognitive Neuroscience*. 2018. Vol. 4 (30). P. 498–513.
5. *Meijer P. B. L.* An Experimental System for Auditory Image Representations // *IEEETrans. Biomed. Eng.* 1992. Vol. 39. P. 112–121.

6. *Striem-Amit E, Guendelman M., Amedi A.* ‘Visual’ Acuity of the Congenitally Blind Using Visual-to-Auditory Sensory Substitution // PLoS ONE. 2012. Vol. 3 (7). P. e33136.

7. *Выготский Л. С.* Мышление и речь. Изд. 5-е, испр. М. : Лабиринт, 1999. 352 с.

**А. А. Найзагааринова**

**А. С. Буторова**

**Д. Н. Гончарова**

**Д. А. Тарасов**

**А. П. Сергеев**

*Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина  
Екатеринбург, Россия*

## **Восприятие глубины при визуально-аудиальном сенсорном замещении: некоторые результаты опубликованных экспериментальных работ**

Рассмотрен один из способов компенсации нарушенного зрения — сенсорное замещение, технология неинвазивного протезирования. Оно позволяет компенсировать функцию навигации, необходимую для передвижения в пространстве. Навигация во многом зависит от восприятия глубины. Целью этой работы является обзор публикаций в области изучения восприятия глубины при использовании устройств сенсорного замещения. Исследовательский материал был набран из международных научных баз данных *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*. Обзор показал несогласованность опубликованных экспериментальных результатов, что делает дискуссионным тезис о влиянии раннего зрительного опыта на восприятие глубины при использовании визуально-аудиальных устройств сенсорного замещения.

*Ключевые слова:* сенсорное замещение, восприятие глубины, визуально-аудиальное сенсорное замещение, устройства сенсорного замещения, нейропластичность