

УДК 57.087

Разработка устройства для социальной адаптации пациентов с цереброваскулярными заболеваниями при помощи глаз

Рыжова А.В., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им Н.Э. Баумана,
кафедра «Биомедицинские технические системы»*

Маркова Е.А., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им Н.Э. Баумана,
кафедра «Биомедицинские технические системы»*

Научный руководитель: Аполлонова И.А., к.т.н., доцент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им Н.Э. Баумана,
кафедра «Биомедицинские технические системы»*

bmt-1@bmstu.ru

Среди множества заболеваний, которым подвержено человечество, особо стоит выделить болезни, влекущие за собой частичную или полную парализацию тела.

Основное место среди них занимают:

- боковой амиотрофический склероз;
- рассеянный склероз;
- острые нарушения мозгового кровообращения;
- травма шейного отдела спинного мозга;
- миопатия Дюшена;
- синдром Гийена-Барре;
- locked-in-syndrome.

Человек, подверженный одному из данных заболеваний, практически выпадает из жизни: не может справляться с повседневными обязанностями, общаться с родными и как-либо взаимодействовать с окружающим миром.

Таким образом, появилась потребность в разработке отечественного технического устройства, с помощью которого больные, лишенные двигательной активности, смогли бы социально адаптироваться при таких тяжелых заболеваниях.

В ходе работы были изучены основные заболевания, приводящие к частичной или полной парализации человека. В основе выделенных заболеваний лежат следующие нарушения:

- поражение двигательных нейронов спинного мозга;
- расстройство кровообращения головного мозга;
- прогрессирующая атрофия мышц;
- механическое повреждение позвоночного столба в шейном отделе.

При рассмотрении симптомов ряда неврологических заболеваний были выявлены основные виды двигательной активности пациента (Рис. 1.). Однако невозможно выделить один вид активности, доступный всем пациентам.

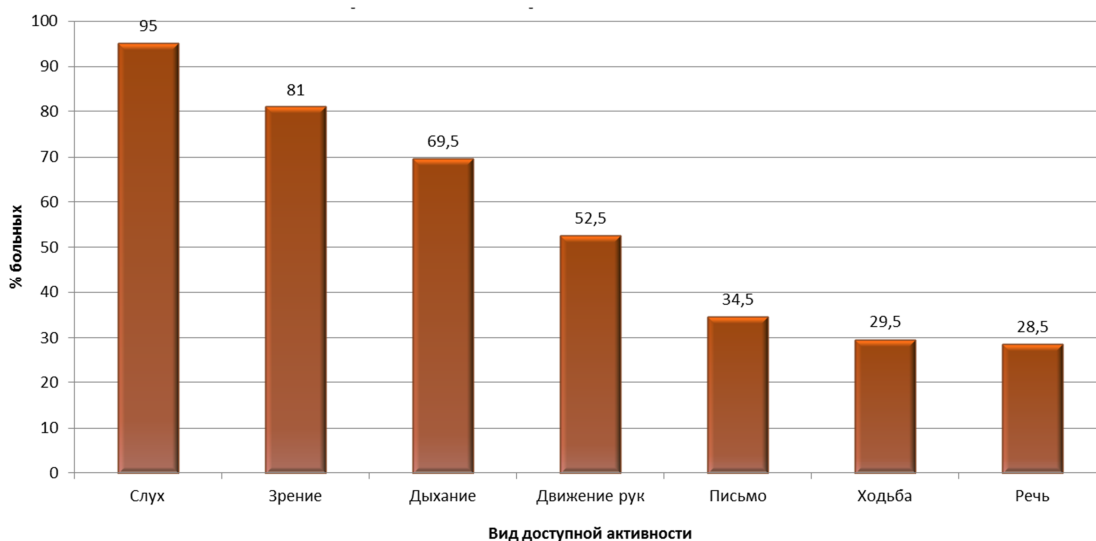


Рис. 1. Анализ работы физиологической функций пациентов при поражениях нервной системы

Поэтому, для разработки более универсального устройства, необходимо определить виды активности, позволяющие покрывать наиболее широкий спектр пациентов. Из рисунка 1 можно сделать вывод, что это «Слух» и «Зрение». Однако слуховой аппарат способен лишь воспринимать информацию. На основе этого заключения мы выбрали вид активности «Зрение», а именно движение зрачка и способность моргать.

Был проведен анализ существующих устройств для коммуникации больных, с частичной или полной парализацией тела. Из этого анализа были выбраны те устройства, работа которых основана на указанном ранее виде активности. Эти технические средства представлены далее.

1. Eye Tracker

Eye tracker – устройство для определения позиций глаз и их движения (Рис. 2.).

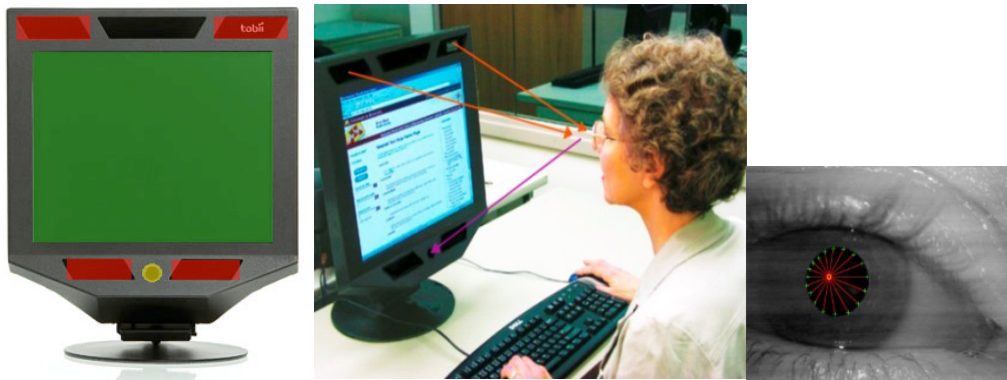


Рис.2. Устройство Eye Tracker

Схема работы прибора такова: в монитор компьютера вмонтирована ИК-камера и 4 инфракрасные лампы. Зрачок респондента незаметно подсвечивается инфракрасным светом. Лучи, попадающие на глаза испытуемого, создают на поверхности роговицы блики. По ним и фокусируются камера, которая фиксирует перемещение взгляда по экрану. Затем компьютер рассчитывает угол зрения и записывает полученную информацию.

С помощью данного оборудования можно определить ряд показателей глазной активности.

- фиксация взгляда, как правило, длительностью 200-300 мс, обозначающая повышенное внимание к определенной области экрана;
- изменение диаметра зрачка, отражающее степень заинтересованности и эмоциональную реакцию испытуемого, связанные с тем или иным объектом наблюдения;

Разрешение изображения 1024×768.

2.EyeWriter

Принцип работы схож с предыдущим устройством. Инфракрасные светодиоды подсвечивают глазное яблоко и делают зрачок более контрастным. Миниатюрная камера, следит за движениями зрачка. За счет того, что камера и светодиоды закреплены на оправе в определенном положении, съемка и подсветка производятся с фиксированного ракурса, что упрощает разработку программного обеспечения (Рис. 3.).

Разрешение изображения 640 x 480.

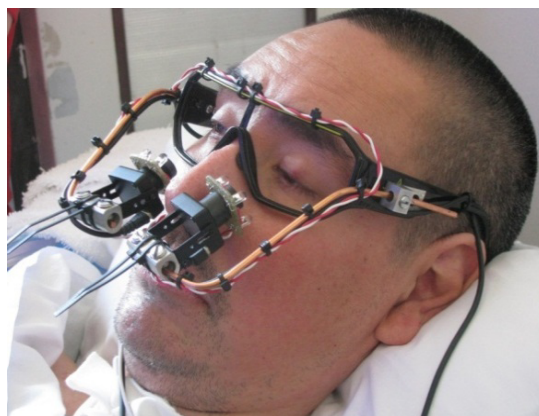


Рис.3. Устройство EyeWriter

3.I-MOS

Очки со встроенным сенсором, который отслеживает движение зрачков. Работает этот устройство на основе азбуки Морза. Поворот зрачка налево преобразуется в точку, направо – в тире (Рис. 4.). Получившиеся буквы выводятся на внутренний экран этих очков, и пациент дальше может воспользоваться аналогом системы Т9 на мобильных телефонах, то есть выбрать нужное слово по первым введенным его буквам. После этого выбранное слово будет воспроизведено при помощи динамиков, встроенных в эти очки.

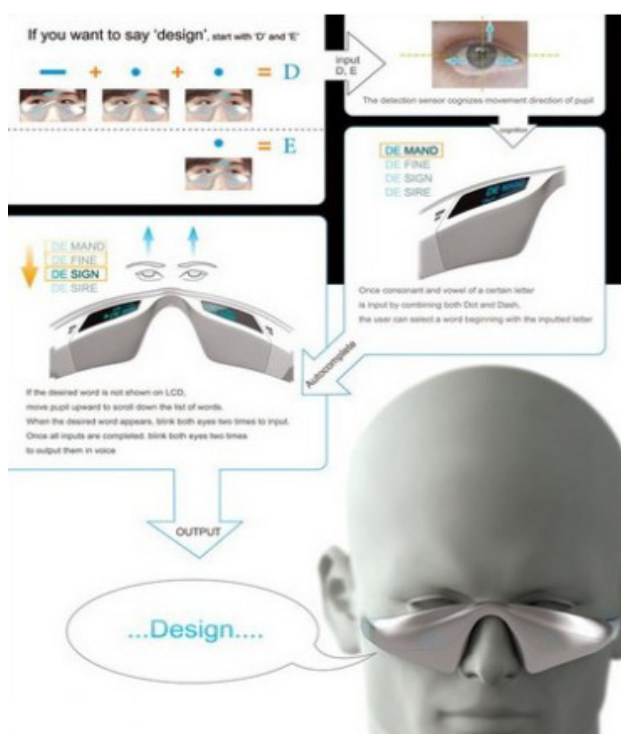


Рис. 4. Устройство I-MOS

4.CrossView

Компьютерная программа с помощью веб-камеры отслеживает направление взгляда больного и позволяет, как мышкой, управлять всеми функциями компьютера (Рис. 5), а набор текста реализуется с помощью уникальной разработки - языка глазных жестов.



Рис. 5. Устройство CrossView

Устройства были оценены по нескольким физиологическим параметрам, которые считаются наиболее важными при проектировании (таблица). Это принцип работы, освещение, камера. Как видно из таблицы, все устройства обладают рядом достоинств, таких как, бесконтактность, компактность, простота использования и недостатков: прямой контакт с пациентом, дополнительное обучение, отсутствие на российском рынке. Хотя многие из этих приборов достаточно эффективно работают и применяются, отечественных аналогов таких приборов нет.

	Принцип работы	Освещение	Камера	Достоинства	Недостатки
Eye tracker	Подсветка зрачка ИК-светодиодами, фиксация взгляда	Инфракрасные лампы	ИК-камера	Бесконтактность, простота использования, расположение камеры	Отсутствие на российском рынке, нет медицинского применения

EyeWriter	Подсветка зрачка для контрастности, камера следит за зрачком	ИК-светодиоды	Веб-камера	Простота изготовления, низкая себестоимость, простота использования, расположение камеры	Контактность, отсутствие на российском рынке
CrossView	Язык глазных жестов, отслеживание зрачка	Естественное освещение	Веб-камера	Бесконтактность, простота использования	Отсутствие на российском рынке, расположение камеры
I-MOS	Азбука Морзе, поворот глаза влево - точка, вправо - тире	Естественное освещение		Компактность	Контактность, отсутствие на российском рынке, дополнительное обучение для пользования устройством (азбука Морзе)

Таким образом, проанализировав существующие устройства, были сделаны выводы о том, какими параметрами нужно руководствоваться при разработке устройства:

- Принцип работы алгоритма должен быть основан на фиксации камерой зрачка, который в свою очередь выполняет функцию «стрелки мышки» ПК. При движении зрачка, на экране ПК происходит соответственное движение стрелки.
- Для выбора пациентом нужной команды следует удерживать взгляд на ней в течение 2-3 секунд до появления звукового сигнала.
- Источник света должен быть расположен относительно камеры таким образом, чтобы обеспечить эффект яркого зрачка и предотвратить блики;
- Естественность и непринужденность исследования. Устройство не должно иметь никаких движущихся устройств, которые могут отвлекать от поставленной задачи;
- Бесконтактность: отсутствие надеваемых на пациента элементов устройства;
- ИК-камеры

На основании поставленных требований, была разработана краткая схема установки (Рис. 6).

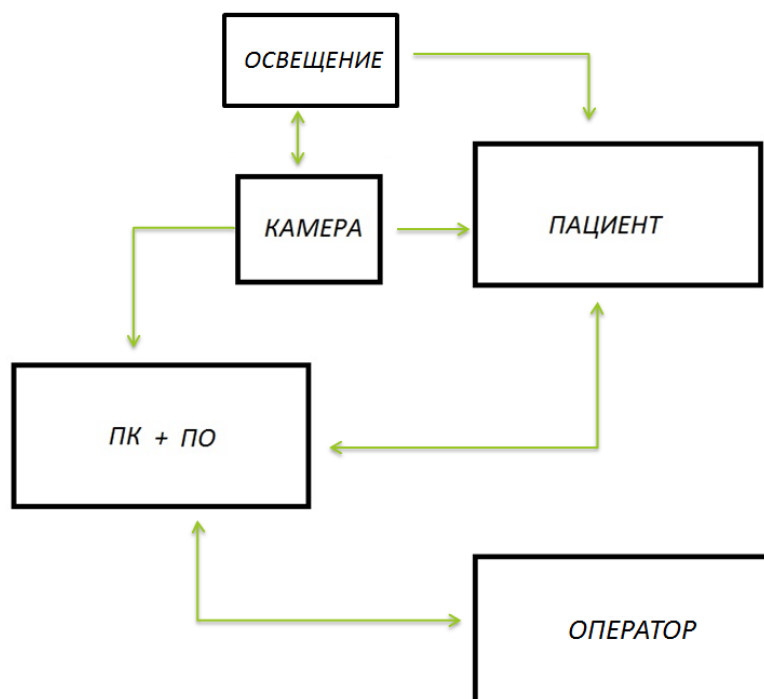


Рис.6. Структурно-функциональная схема установки

Пациент смотрит на монитор и выбирает нужную ему команду. Пучок лучей от источника освещения попадает на сетчатку глаза пациента, делая зрачок более контрастным для восприятия камерой. В свою очередь, камера формирует изображение глазного яблока. С помощью программного обеспечения изображение обрабатывается, выделяются участки, и измеряется относительное положение зрачка. Сигнал передается на ПК, который переводит движение зрачка в движение курсора мышки на ПК. Оператор смотрит на ПК и понимает нужды пациента.

Список литературы

1. Завалишин И.А., Бойко А.Н., Захарова М.Н. Боковой амиотрофический склероз. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 272 с.: ил.
2. Верещагин Н.В., Пирадов М.А., Сулина З.А. Инсульт. Принципы диагностики, лечения и профилактики. М.: Интермедика, 2002. 208 с.
3. Пилипенко М. Н. Автоматизированное определение направления взгляда по видеоизображению лица // Молодежный научно-технический вестник. Электрон. журн.

2014. № 9. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/735629.html> (дата обращения 02.02.2015).

4. Radosław Mantiuk, Michał Kowalik, Adam Nowosielski, Bartosz Bazyluk Do-It-Yourself Eye Tracker: Low-Cost Pupil-Based Eye Tracker for Computer Graphics Applications Available at: <http://rmantiuk.strony.wi.ps.pl/projects/diy/> (дата обращения 06.01.2015).