

БИОЭЛЕКТРОННЫЙ ГЛАЗ – МЕЧТА ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?*

По прогнозам специалистов проблема регенерации сетчатки глаза будет решена в ближайшие 20 лет, а проблема трансплантации глаза – в ближайшие 10 лет. В то же время, современная электронная промышленность уже сейчас может предложить биоэлектронный протез, позволяющий слепым людям частично восстановить утраченное зрение.

Р. Колин Джонсон

REPLACEABLE EYEBALL

Pure medical science promises solutions within 20-years-specifically, the ability to regress the DNA in dead retina cells so that they regenerate themselves. Within 10 years, medical science also promises to perfect transplanting living retinal cells harvested from organ bank donors. In case that doesn't happen, the electronics industry is promising prostheses that outperform original equipment with every imaginable enhancement.

R. Colin Johnson

Для создания биоэлектронного протеза глаза необходимо решить следующие две проблемы, отмечает Gene Frantz, специалист фирмы Texas Instruments. Первая состоит в сопряжении микроэлектронного протеза со зрительным нервом, вторая – в отводе тепла, которое выделяют имплантируемые электронные компоненты.

Mark Humayun, профессор-офтальмолог университета Южной Каролины (США), руководит проектом по созданию искусственной сетчатки. В настоящее время в рамках проекта создан кристалл искусственной сетчатки площадью 5 мм² с разрешением 60 пикселей (электродов). Шести пациентам несколько лет назад был имплантирован подобный кристалл, но с разрешением 16 пикселей. Если до имплантации у этих пациентов полностью отсутствовало восприятие света, то даже такое небольшое разрешение искусственной сетчатки позволило им различать отдельные предметы, такие как чашка, нож или тарелка. Специальное покрытие искусственных кристаллов сетчатки обеспечило их совместимость с живой тканью глаза на протяжении нескольких лет. Кристаллы сетчатки разработаны совместно с компаниями Second Sight LLC, Texas Instruments и USC. В настоящее время в разработке находится кристалл сетчатки с разрешением 300 пикселей.

Подробную информацию об этих разработках можно получить в сети Интернет по адресу: www.doemedicalsciences.org/abt/retina/retinas.sbtml

Кристаллы с разрешением 16 или 60 пикселей встроены непосредственно в сетчатку глаза, а миниатюрная видеокамера вмонтирована в очки слепого пациента и передает изображение в находящийся вне глаза сигнальный процессор, преобразующий это изображение в последовательность импульсов так же, как это происходит в живой сетчатке. Затем высокочастотный радиопередатчик передает кодовые по-

сылки в приемник, который находится внутри глаза непосредственно на имплантируемом кристалле искусственной сетчатки, платиновые электроды которой стимулируют нервные узлы разрушенной сетчатки.

Для отображения в мозгу пациента "видимого" изображения с высокой степенью достоверности желательно, чтобы все электронные устройства находились непосредственно внутри глаза. Однако тепло, выделяемое современными сигнальными процессорами, в тысячи раз превышает допустимую для живого глаза норму. Для того, чтобы вся электроника могла быть полностью имплантирована в глаз человека, мощность рассеяния всех электронных компонентов должна быть снижена от единиц милливатт до нескольких микроватт.

Поэтому одним из решений проблемы отвода тепла в настоящее время является ввод изображения через электрод непосредственно в зрительный центр мозга (рис. 1).

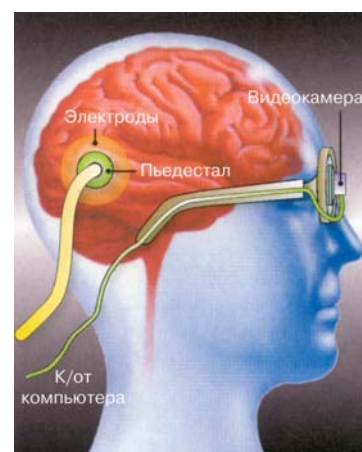


Рис. 1. Протез глаза: изображение с микрокамеры вводится непосредственно в зрительный центр мозга

* *Replaceable Eyeball* by R. Colin Johnson. – *EETimes*, November 2004. Сокращенный перевод с английского В. Романова.

Как отметил профессор Mark Humayun, новый кристалл с разрешением 60 пикселей предполагается имплантировать весной этого года. Однако, до сих пор неизвестно, насколько этот кристалл может улучшить зрение по сравнению с предыдущим, разрешение которого не превышает 16 пикселей. Искусственная сетчатка пока несовершенна, живой глаз имеет более 100 млн фотоприемников, но человеческий мозг обладает способностью восстанавливать утраченную информацию. Основная цель участников проекта на ближайшее время – помочь слепым людям самостоятельно передвигаться. Эта цель, по мнению ученых, будет достигнута в течение ближайших 5 лет.

Одновременно с искусственной сетчаткой для видимой области спектра создаются светочувствительные матрицы для инфракрасной или ультрафиолетовой областей спектра. Как сказал Gary Havey, президент Advanced Medical Electronics Corporation (AME; www.ame-corp.com), его компания разработала подобную матрицу с диагональю 5 мм, состоящую из инфракрасных приемников или микроболометров. Эта матрица частично может компенсировать потерю зрения слабовидящим пациентам, т.к. многие объекты, плохо различимые в видимой области спектра, в инфракрасной области четко фиксируются инфракрасной светочувствительной матрицей. К таким объектам относятся находящаяся на тарелке горячая пища, холодные напитки в стакане и т.п. Протез глаза

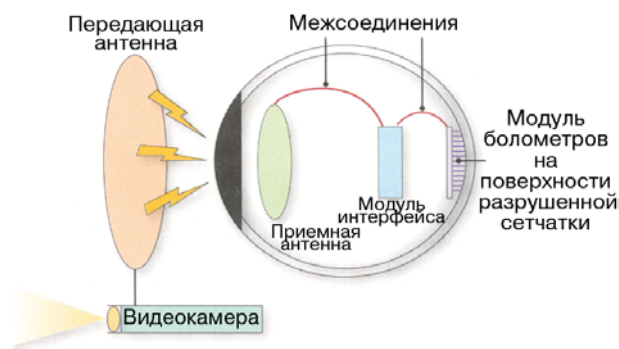


Рис. 2. Протез глаза на основе инфракрасной матрицы микроболометров

на основе микроболометров разработки фирмы Optobionics представлен на рис. 2. Он имплантирован десяти пациентам более четырех лет назад. Благодаря этому протезу слепые пациенты могут различать светящиеся цифры и буквы на экране, видеть предупреждающие дорожные огни и т.п. В связи с тем, что матрица микроболометров практически ничего не потребляет, данные протезы при имплантации не создают никаких проблем для живой ткани, связанных с отводом избыточного тепла. Alan Show, один из руководителей фирмы Optobionics, считает, что с помощью таких протезов может быть частично восстановлено зрение у 40 млн больных, страдающих макулодистрофией (деградацией сетчатки).