

## Кристалльно прозрачная мысль

Фантастические идеи о создании человека-невидимки наконец-то стали находить себе реальное и строго научное воплощение. Почетное третье место в списке выдающихся научных открытий прошлого года по версии журнала «Science», заняла технология CLARITY (от англ. – ясность, прозрачность) или, как ее еще называют, технология «прозрачного мозга», разработанная в Стэнфордском университете (США). Этот метод позволяет не просто в деталях изучить строение мозга на уровне отдельных нейронов, но и исследовать всю совокупность нейронных связей в масштабе крупных мозговых фрагментов или даже целостного мозга. Не исключено, что уже в недалеком будущем с помощью подобной технологии можно будет изучать и другие органы и структуры, включая такие патологические, как опухоли, а также эмбрионы

Технология «прозрачного мозга» стала венцом современных подходов к изучению нервных процессов. Существующие на сегодня методы исследования организации нервной ткани предполагают либо ее препарирование с получением ряда последовательных микроскопических срезов, либо исследование мозга с помощью магнитно-резонансной томографии, который можно применять на живых организмах. Однако оба этих подхода не позволяют получить полное представление о коннектоме – сложной сети связей между нейронами: в первом случае проблема связана с трудностью реконструкции целостной картины на основе исследования маленьких тканевых фрагментов, во втором – с «низким разрешением» метода, не позволяющим исследовать работу отдельных нейронов.

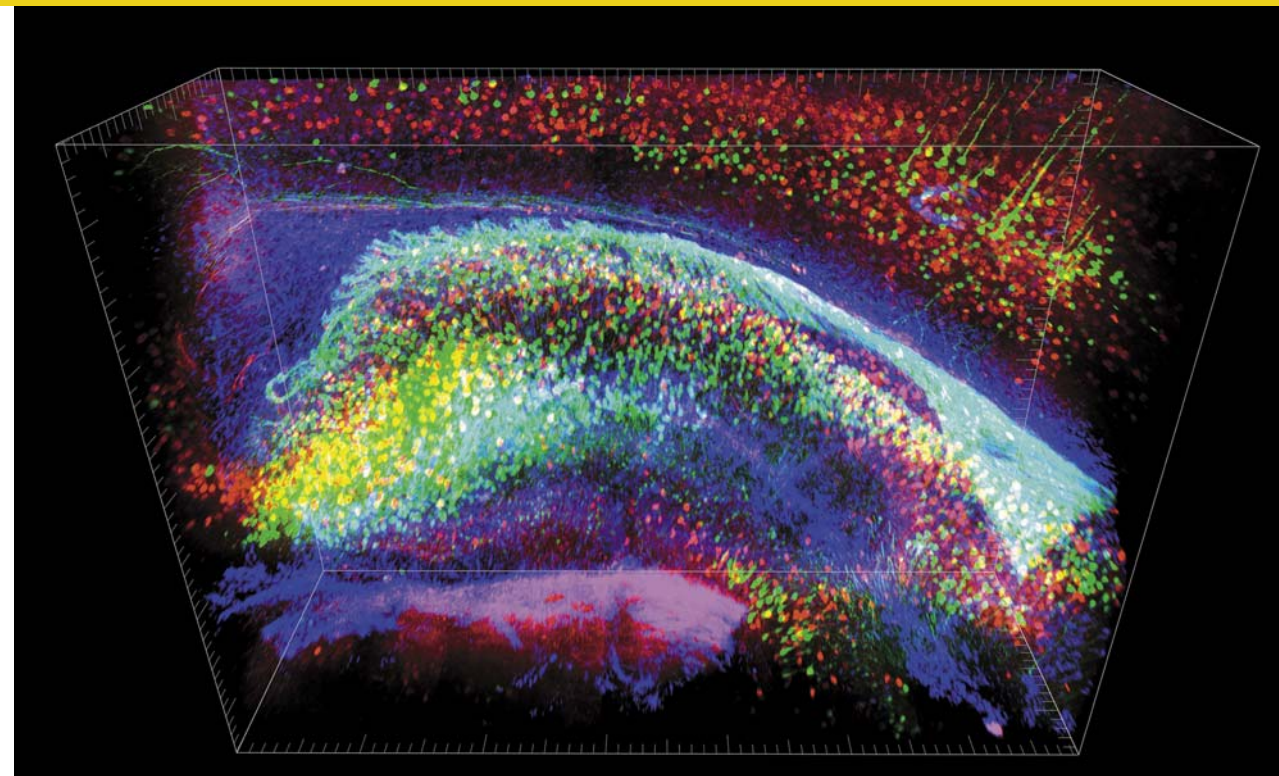


МОШКИН Михаил Павлович – доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом генофондов экспериментальных животных, научный руководитель ЦКП «СПФ-виварий» Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск). Автор и соавтор более 200 научных работ, в том числе 1 монографии

С помощью технологии CLARITY мозг этой лабораторной мыши удалось сделать прозрачным, удалив из клеточных мембран липиды, рассеивающие свет, и заполнив промежутки прозрачным гелем, формирующим прочную «сетку» (слева). В случае трансгенной мыши, нейроны которой продуцируют зеленые, красные и синие флуоресцентные белки, удалось получить поразительное детальное трехмерное структурное изображение гиппокампа, одного из отделов головного мозга (вверху справа).  
Credit: Kwanghun Chung and Karl Deisseroth/Howard Hughes Medical Institute/Stanford University

**Ключевые слова:** исследования нервной ткани, CLARITY, флуоресцентные красители.  
**Key words:** nerve tissue research, CLARITY, fluorescent dye

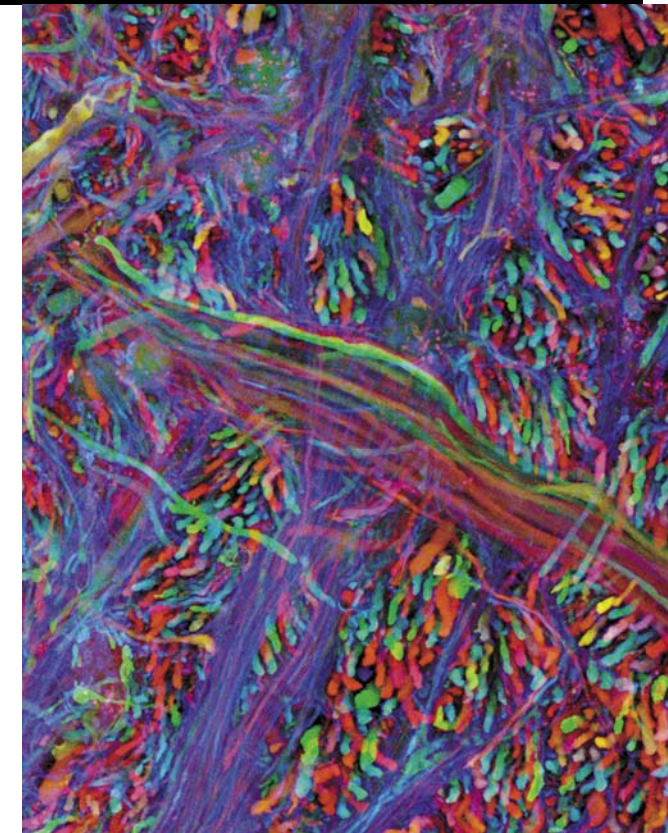
© М. П. Мошкин, 2014



Принципиально новая технология исследования нервной ткани CLARITY основана на удалении из мозга непрозрачных липидов клеточных мембран и замещении их прозрачным гидрогелем. Для этого образец нервной ткани заполняется акриламидом, который при нагревании полимеризуется, образуя аналог клеточной мембраны, прочно удерживающий содержимое клетки после растворения липидов.

Новый метод уже успешно опробован на целом мозге лабораторных мышей, а также на небольшом (0,5 мм в ширину) фрагменте человеческого мозга, нейроны которого окружены более толстыми липидными мембранами, чем мышиные.

Многие нейрофизиологи убеждены, что именно коннектом определяет нашу личность, однако на человеке проводить подобные исследования проблематично. В этом смысле невероятные перспективы будет иметь совместное применение метода CLARITY и BrainBow – технологии получения трансгенных мышей, у которых нервные клетки запрограммированы производить определенные комбинации флуоресцентных белков в зависимости от типа нейронов. Поскольку при технологии «прозрачного мозга» потеря клеточных белков не превышает 8% (в пять раз меньше, чем при обычных методах), у исследователей появилась небывалая возможность для детального анализа нервных связей в мозге конкретной генетической линии мышей, выросших в заданных условиях внешней среды.



Нейроны и их длинные окончания (аксоны) трансгенной лабораторной мыши, созданной с использованием технологии BrainBow, «раскрашены» различной комбинацией флуоресцирующих белков.  
Credit: Livet, Weissman, Sanes, and Lichtman, Harvard University

