

# Когнитом. Понятие и его особенности

Работу выполнили:  
студенты гр.17-42  
Соловьева Виталия  
Павлов Андрей



# Содержание

1. История возникновения термина «коннектом» и «когнитом»
2. Коннектом
3. Когнитом
4. Концепция когов
5. Концепция когнитома
6. Ассоциативная память

Его проект, атлас транскриптома мозга мыши, завершился в 2006 году. **Транскриптом** — сумма всех транскриптов, то есть матричных РНК, которые считываются с активных генов. В отличие от генома, транскриптом различных клеток и тканей не одинаков — *набор активных генов зависит от типа клетки и ее функционального состояния.*

С помощью специальных методов исследователи определили все матричные РНК в различных участках мышинового мозга и получили трехмерную карту активности генов.



Пол Аллен, один из основателей Microsoft

Следующий проект был посвящен мозгу человека, и он завершился совсем недавно, в сентябре 2012 года.

Выяснилось, что *транскриптомы коры правого и левого полушарий у человека не имеют существенных различий.* Удивительно большим оказалось также сходство между транскриптомами мозга двух людей (пока ученые работали всего с двумя образцами).

Но что особенно примечательно — теперь мы знаем, что в *мозге взрослого человека экспрессируется около 84% всех его генов и у мыши примерно столько же.*

Понятие о **коннектоме** как совокупности всех связей в мозгу ввели в 2005 году. Ученики Эдельмана Олаф Спорнс, Джулио Тонони вместе с Рольфом Кёттером из Фогтовского института исследований мозга в Дюссельдорфе опубликовали программную статью, которая называлась «Человеческий коннектом. Описание структуры мозга человека».



Олаф Спорнс

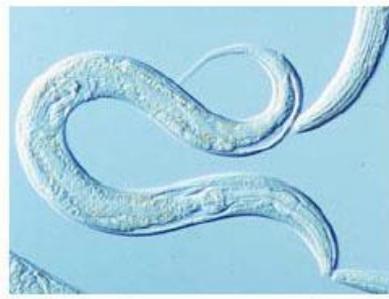


Джулио  
Тонони

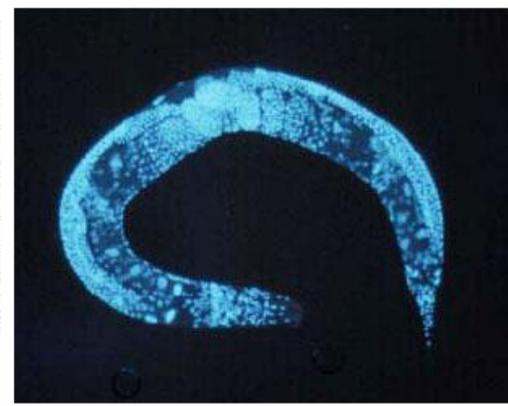
На смену лозунгу «*Я — это мой геном*» пришел новый: «*Я — это мой коннектом*». В самом деле, **геном** — это лишь точка отсчета, а карта связей в мозге человека — итог реализации генетической программы, взаимодействия индивида со средой, нечто более близкое к ответу на вопрос «что есть личность».

длинным именем *Caenorhabditis elegans* — прекрасный модельный объект. Его геном был получен еще в 1998 году, а теперь настала очередь коннектома. *Справа внизу* — коннектом, наложенный на анатомию червя (в конструировании этой схемы приняли участие сотрудники Института систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН), *слева* — схема связей, где каждая точка — нейрон, построенная по данным .

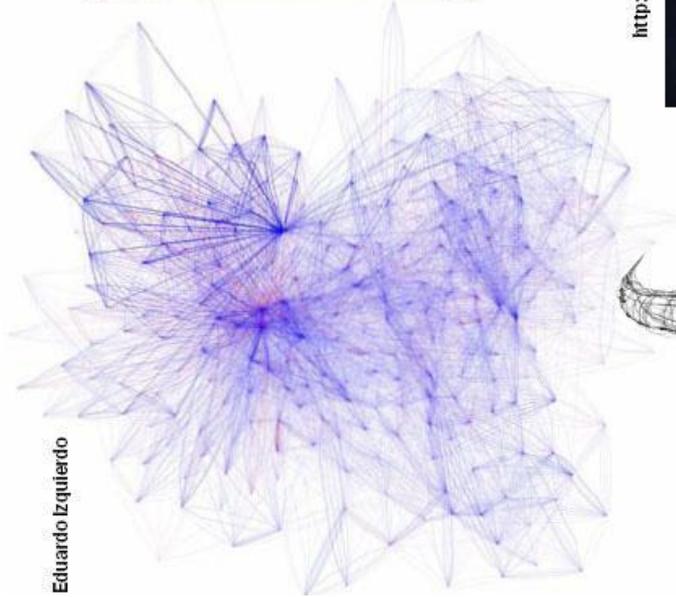
<http://www.basis.ncl.ac.uk>



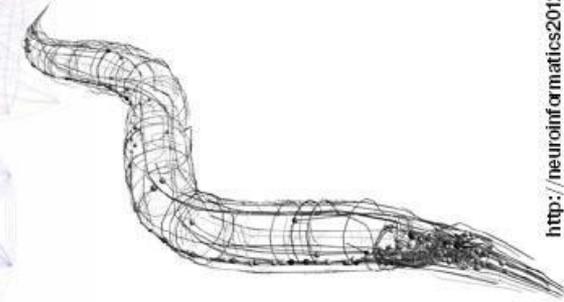
<http://www.genome.gov/10000570>



Eduardo Izquierdo



<http://neuroinformatics2012.org/>



Полный коннектом, до клеточного уровня, пока расшифрован только для нематоды *Caenorhabditis elegans* — прозрачного червячка длиной около миллиметра. Этот организм состоит из фиксированного числа клеток (1031 у взрослого самца, 959 у взрослой особи-гермафродита), и каждая из них знает свое место. Нейронов у нематоды 302, контактов между ними — 6–7 тысяч. При таких порядках величин удалось обойтись и микроконнектомикой.

**Когнитом** — термин, предложенный К. В. Анохином для обозначения совокупности познавательных способностей мозга.

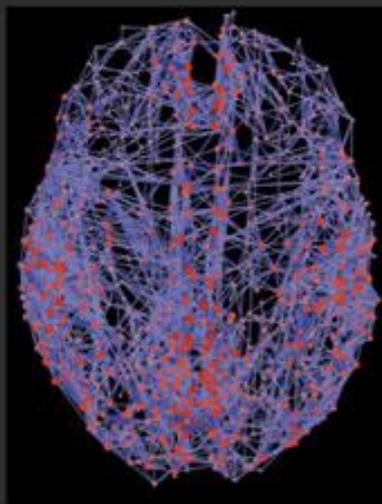
**Когнитом** — это когнитивная гиперсеть головного мозга.

# The Human Connectome



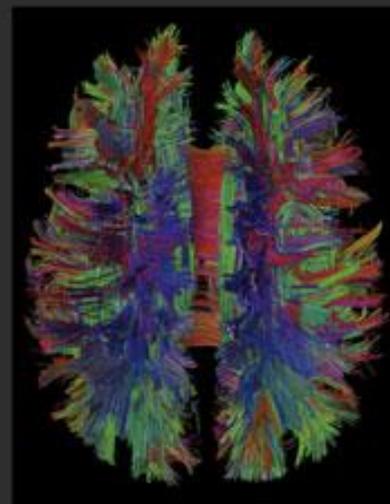
## Anatomy

Klingler's method for fiber tract dissection uses freezing of brain matter to spread nerve fibers apart. Afterwards, tissue is carefully scratched away to reveal a relief-like surface in which the desired nerve tracts are naturally surrounded by their anatomical brain areas.



## Connectome

Shown are the connections of brain regions together with "hubs" that connect signals among different brain areas and a central "core" or backbone of connections, which relays commands for our thoughts and behaviors.

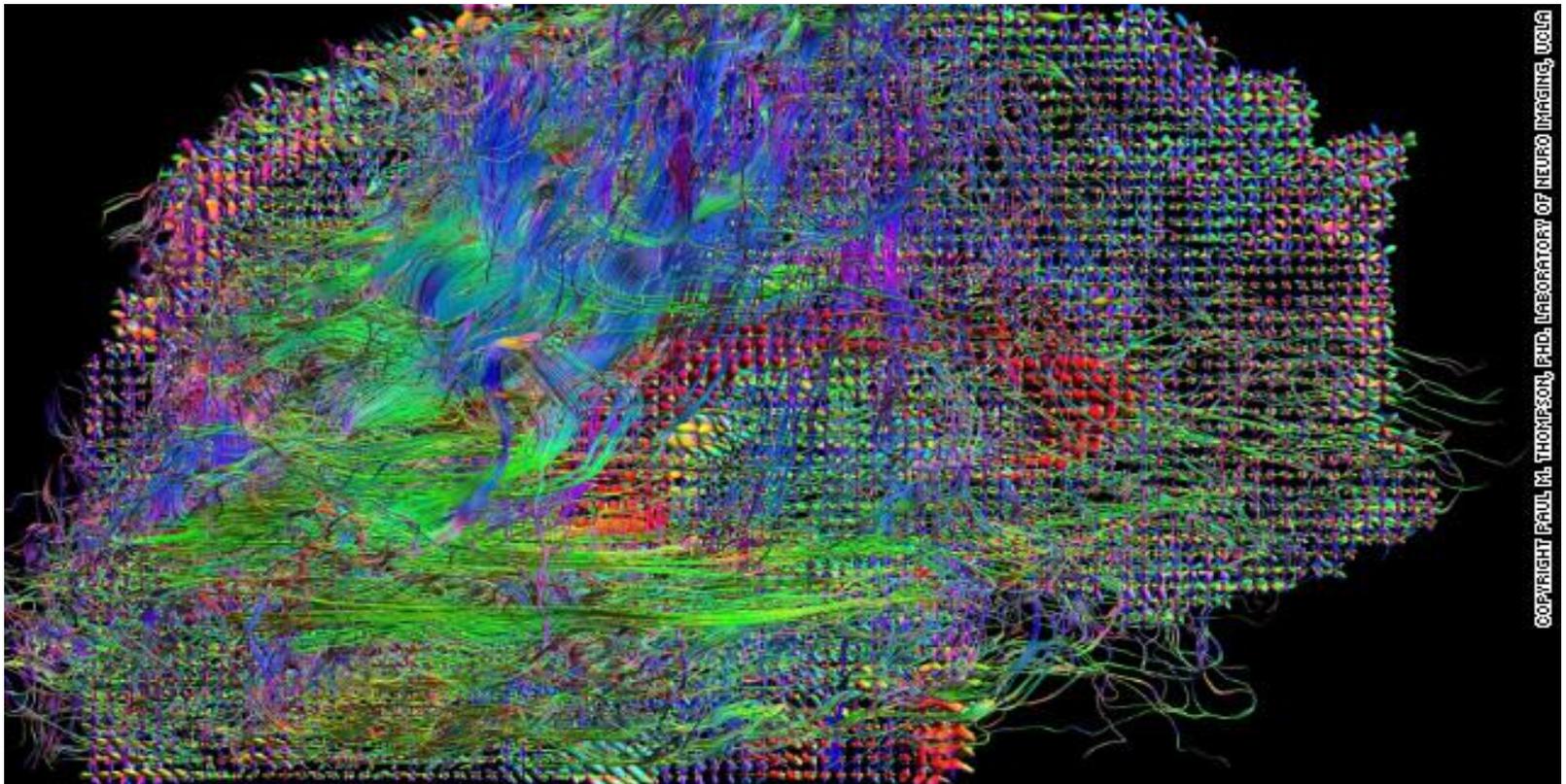


## Neuronal Pathways

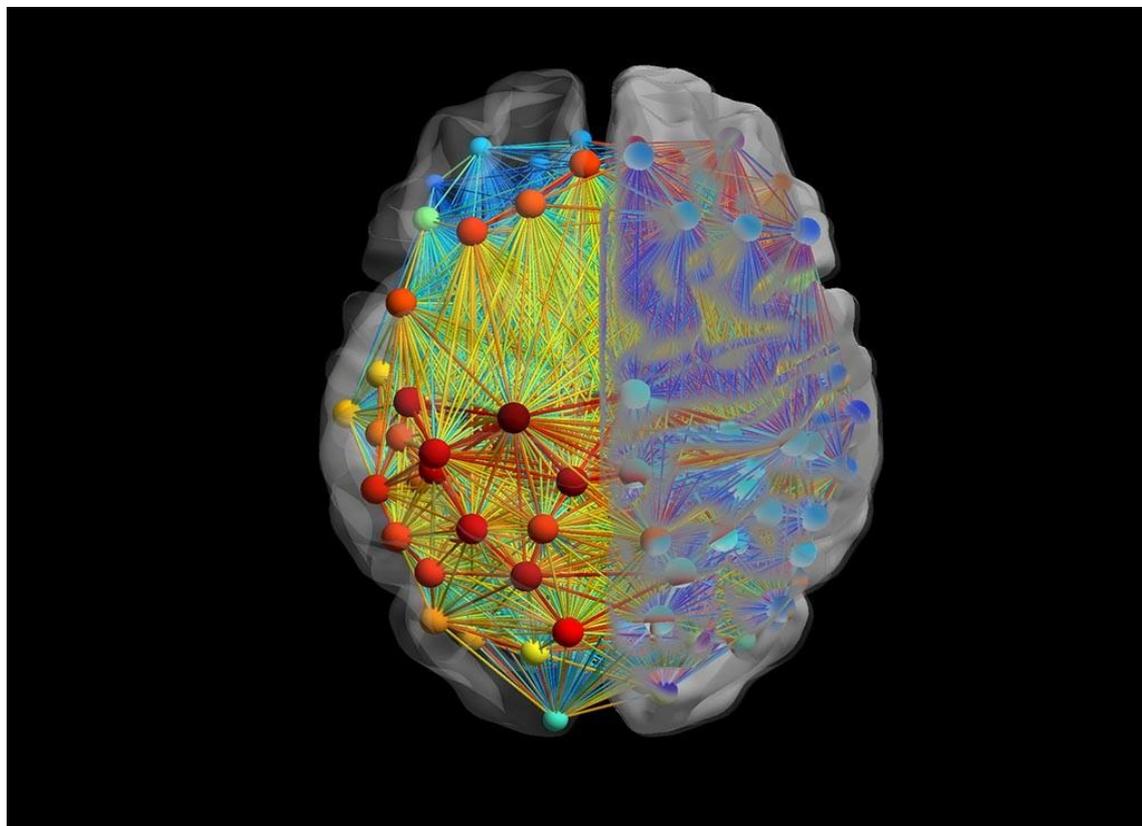
A new MRI technique called diffusion spectrum imaging (DSI) analyzes how water molecules move along nerve fibers. DSI can show a brain's major neuron pathways and will help neurologists relate structure to function.

# Понятие когнитома

При допущении понимания разума как гиперсетевой структуры мозга, любой мозг рассматривается как сетевая структура, обладающая когнитивной гиперсетевой функцией — *когнитомом*, метафорически сравниваемым с «вавилонской библиотекой мозга».



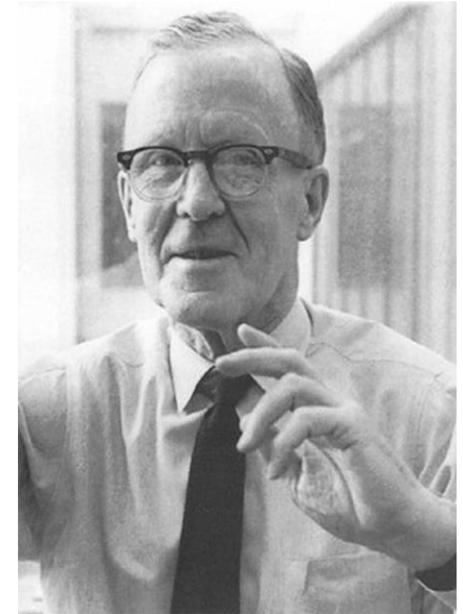
Когнитом состоит из взаимосвязанных когов («когнитивных групп нейронов, представляющих элементы субъективного опыта») двух типов – функциональных систем (слой произведений библиотеки мозга) и элементов феноменального опыта (своего рода география «страны» мозга, куда погружен отдельный элемент «общества», живущий в своем доме, в своей семье, в своих локальных сетях).



Концепция **когов** обобщает представления теории **функциональных систем** П.К. Анохина (1935) и теории **клеточных ансамблей** Д. Хебба (1949), выводя возникновение вторых из активности и эволюции первых.



П.К.Анохин  
(1898-1974)

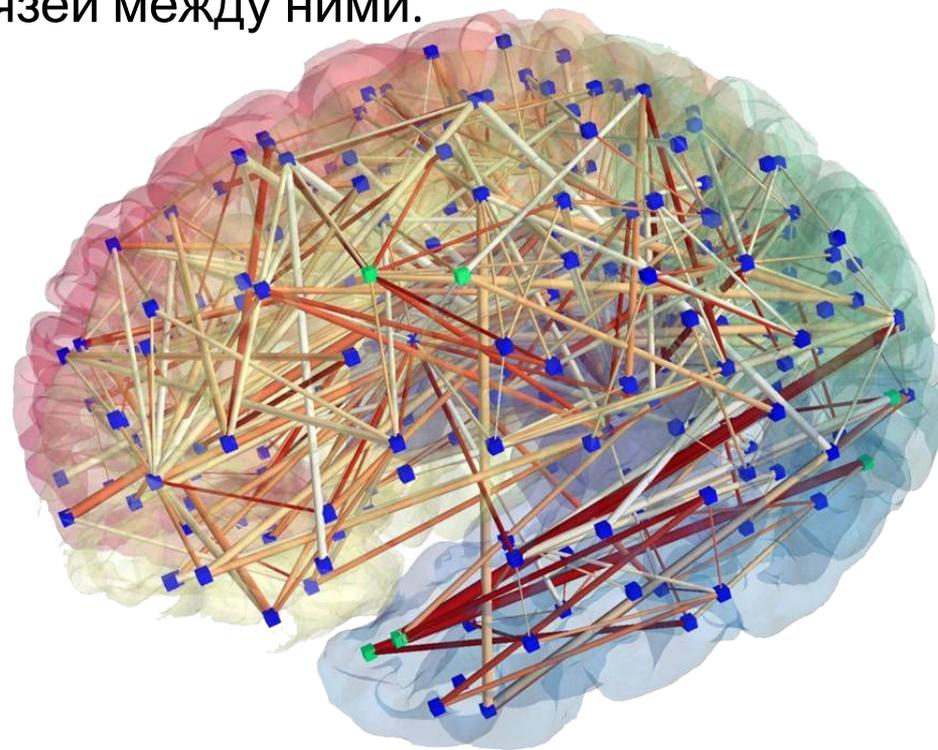


D.O.Hebb  
(1904-1985)

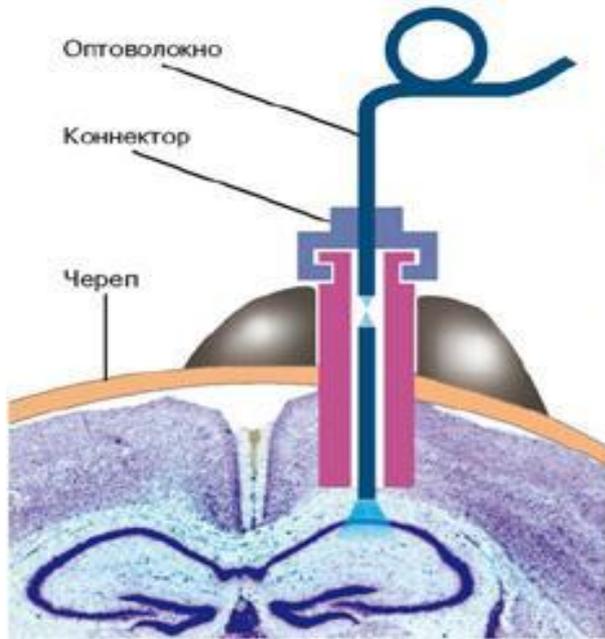
Этим она также объединяет традиции движения к когнитивным структурам с одной стороны от биологии и адаптивных физиологических интеграций (русские психофизиологические школы), а с другой – от психологических феноменов и функций (англо-американские психофизиологические школы)

**Когнитом** - постоянно растущая и изменяющаяся структура. Мы рождаемся с рудиментарным когнитомом, содержащим очень небольшой репертуар видовых функциональных систем. Но с первых же минут жизни он начинает обрастать сетью новых, отличающихся у каждого из нас когнитивных элементов. С возрастом он начинает перекрываться процессами старения когнитома: распада когов, ослабления и потери связей между ними.

Концепция когнитома позволяет выявить ключевые свойства естественных нервных сетей, важные для создания искусственных когнитивных сетей. Например, активация отдельных узлов в естественном когнитоме .

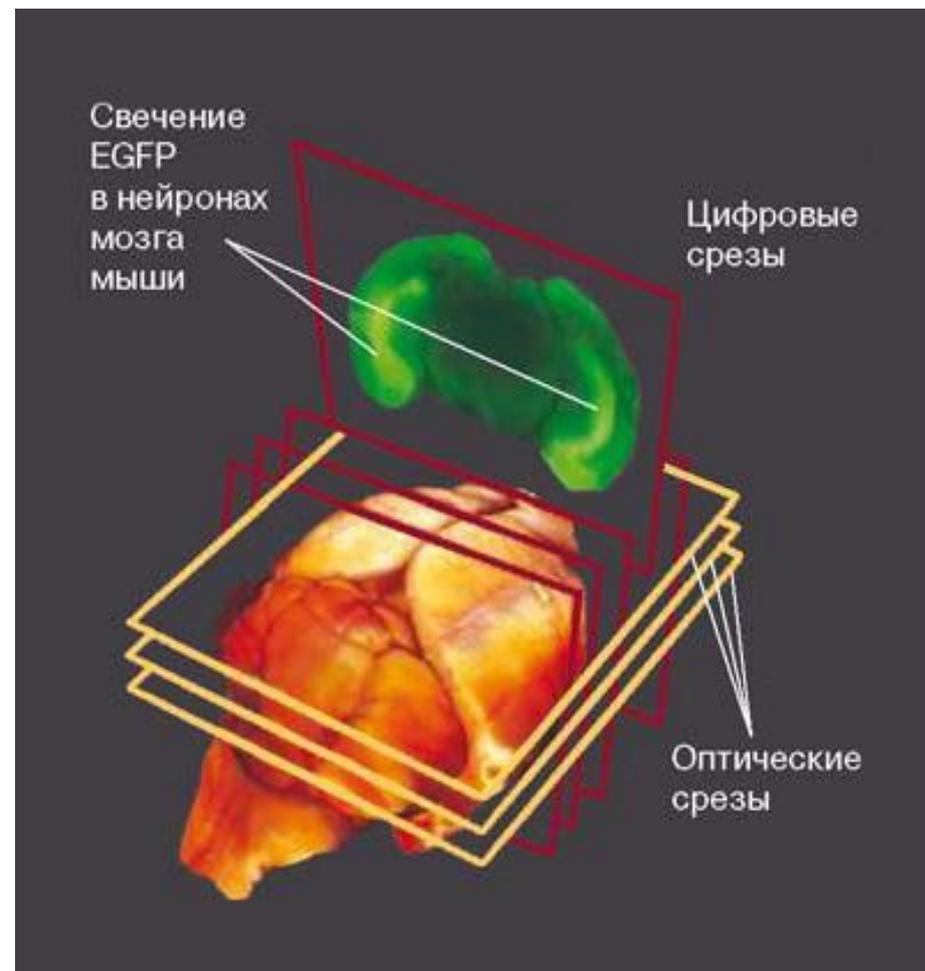


## Как можно обнаружить эти когнитивные единицы?



Для эксперимента нужны трансгенные мыши, у которых регуляторный элемент гена *c-fos* управляет также геном зеленого флуоресцентного белка. У этих мышей в клетках мозга, обрабатывающих новую информацию, — и только в них, поскольку в других клетках ранний ген не активируется, — появится флуоресценция при облучении синим или ультрафиолетовым светом. Однако мышь, в отличие от червячка *C. elegans*, велика и непрозрачна. Поэтому исследователи разработали методы, позволяющие просветлять мозг мыши — делать его прозрачным.

Чтобы регистрировать свечение отдельных клеток в трехмерном мозге и получать трехмерную карту элемента индивидуального опыта, отдел нейронаук Курчатовского института в сотрудничестве с нижегородским Институтом прикладной физики создали специальную установку, которая позволяет фотографировать прозрачный мозг мыши послойно, с разрешением до 0,5 мкм.



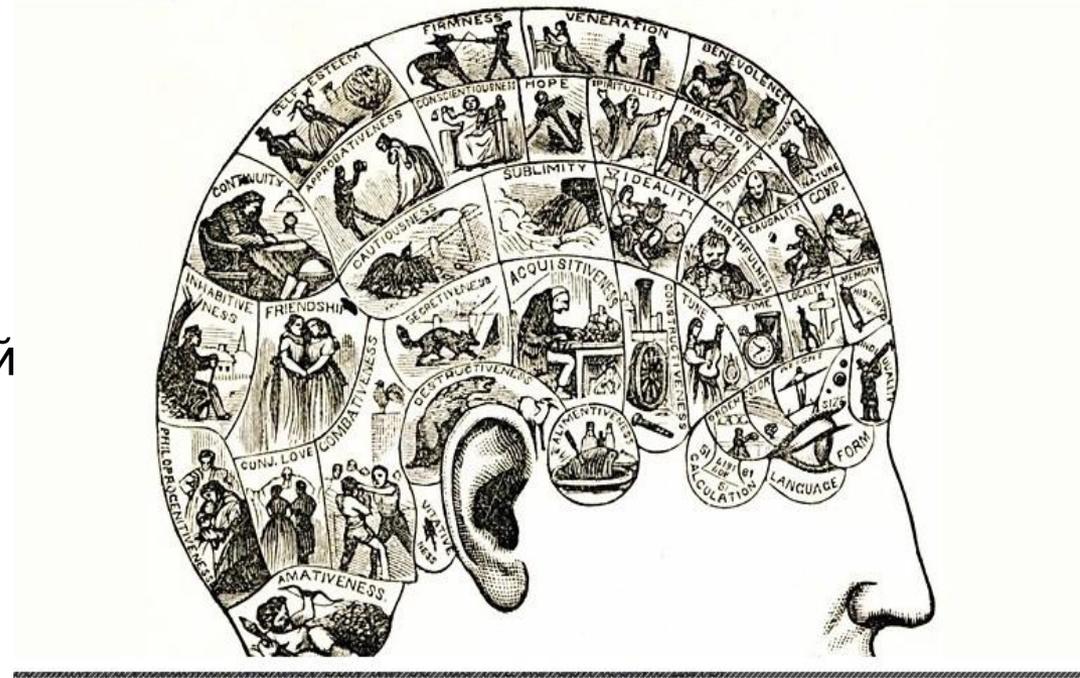
Метод называется «**лазерная плосколучевая оптическая томография**» (ЛПОТ): плоский луч лазера движется через мозг, помещенный в ванночку, и возбуждает флуоресценцию в микронном слое. Из стопочки этих срезов можно реконструировать трехмерную картину. Зеленые точки в целом мозге — созвездие нервных клеток, активных в определенном поведенческом опыте.

В отделе нейронаук Курчатовского института сейчас разрабатывают методы прижизненной регистрации свечения в глубине мозга, непосредственно в момент, когда животное получает тот или иной опыт. В мозг мыши вводят оптоволоконно, легкий крепеж и длинный шнур не стесняют ее движений, и можно в течение нескольких дней следить, как меняется активность нейронов, например, при содержании мыши в темноте и



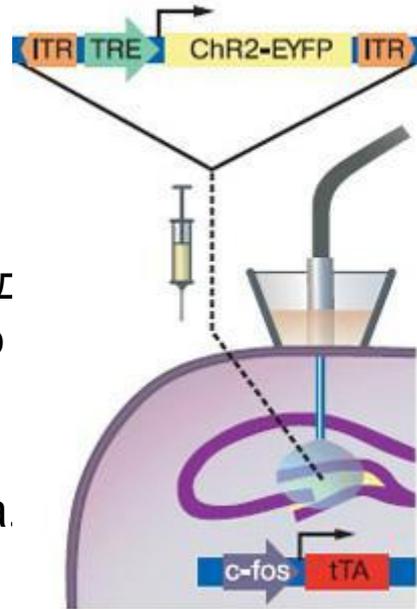
Такая длительная регистрация позволяет выяснить, как перекрывается активность различных нейронов в разных эпизодах. Изучение таких нейронов может сыграть ключевую роль в построении теории мозга — вероятно, именно они отвечают за формирование связей между единицами когнитива. Сеть ассоциаций в нашем мозге может возникать именно благодаря «нейронам-хабам», входящим более чем в одну функциональную систему.

К. В. Анохин с сотрудниками предлагают рассматривать ассоциативную память как линейную и нелинейную. *Линейная ассоциативная память* — то, что мы со школьной скамьи знаем как павловский условный рефлекс.

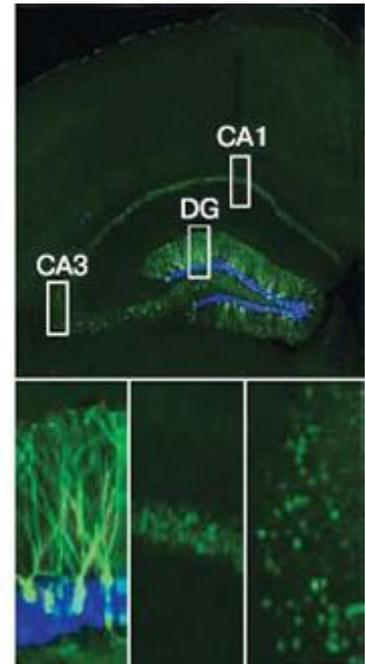
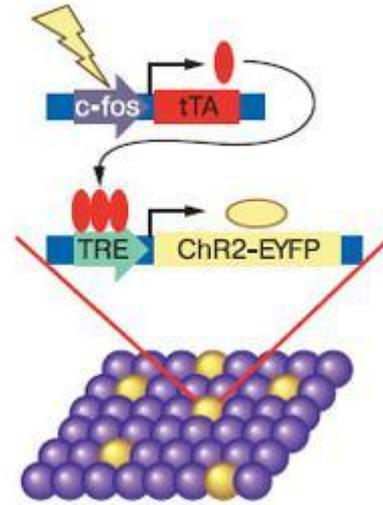


Но есть *и долговременная память*, которая позволяет нам ассоциировать события, разделенные во времени. Это возможно благодаря долговременным изменениям в нейронах. Событие, активировавшее нервную клетку, оставляет в ней след, в каких-то случаях на всю жизнь — изменяется активность генов этого нейрона, изменяется синтез белков. (Формирование линейной ассоциативной памяти от активности генов, как правило, не зависит.)

Но что произойдет, если активировать клетки определенной функциональной системы? Ответ на этот вопрос дала работа, выполненная группой исследователей под руководством нобелевского лауреата Сус Массачусетского технологического института.

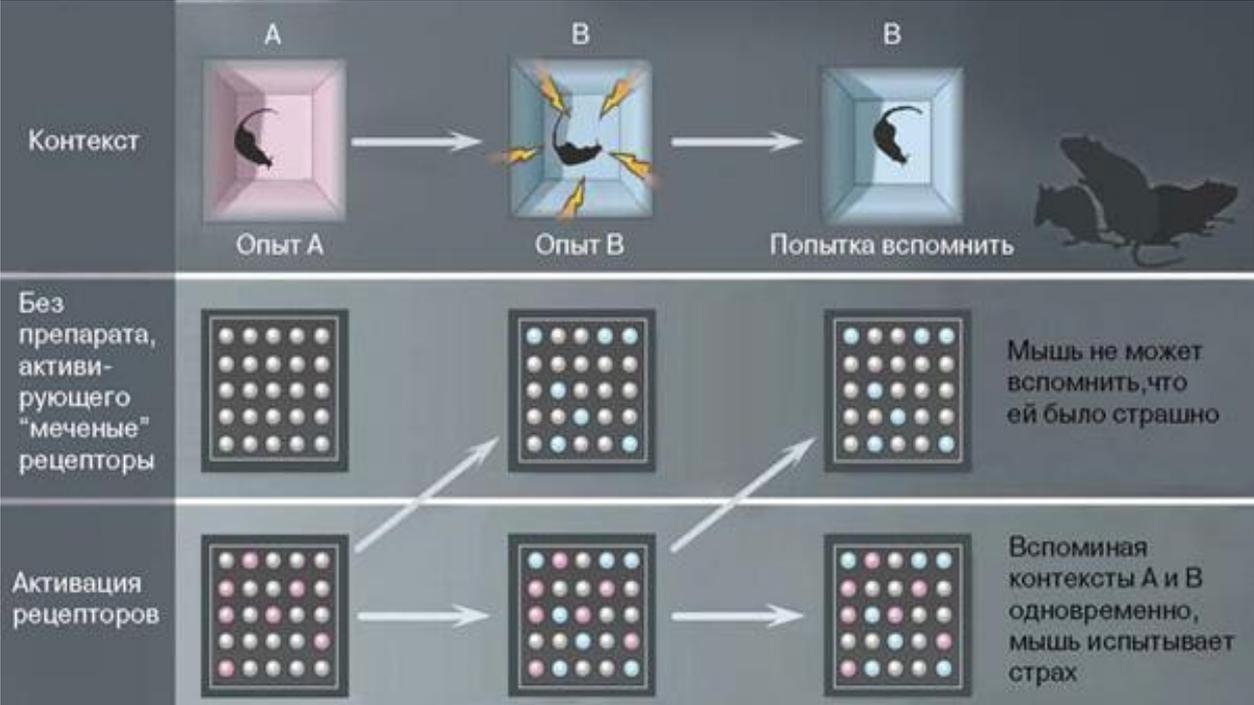


Мышь переживает страх



У трансгенных мышей вместе с геном c-fos — тем самым, обнаруженным российскими учеными, — активировался ген ченнелродопсина (channelrhodopsin 2). Это белок одноклеточных зеленых водорослей — для фотосинтезирующих организмов светочувствительность очень важна — из того же семейства GPC-рецепторов, что и родопсин человеческого глаза. Если это мембрана нейрона, возникает деполяризация, то есть нейрон активируется. Что и требовалось получить: *обучение «пометило» нейроны функциональной системы, заставив их синтезировать ченнелродопсин*, и теперь именно этот нейронный контур можно включать по желанию экспериментатора, просто подавая свет на

Мышей обучали бояться — помещали в незнакомую обстановку и ударяли током. В соответствующей группе клеток активировался ранний ген и синтезировался фоточувствительный ионный канал (см. рисунок на предыдущей странице). Затем мышь пересаживали в другую камеру, несхожую с первой на вид и на ощупь, и через оптоволокно освещали определенную область гиппокампа — зубчатую извилину; про нее известно, что она, помимо прочего, играет ключевую роль в запоминании пережитого страха. И мыши начинали бояться!



Так исследователи установили существование паттерна страха — клеток, вовлеченных в запоминание конкретного неприятного эпизода. Активируя этот паттерн, или функциональную систему, мы можем извлечь из хранилища воспоминания.

Спасибо за внимание!

