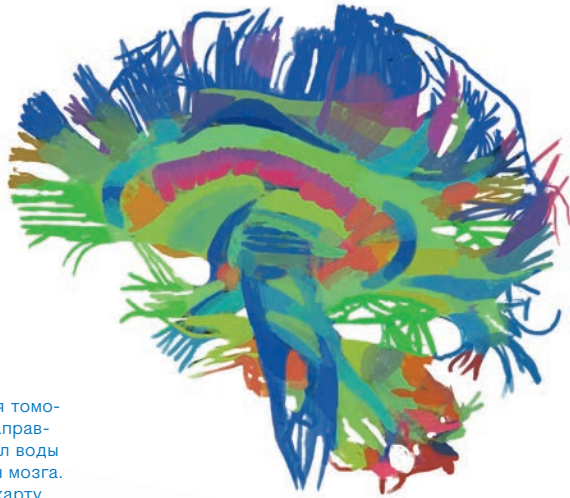


рис. 02 → Исследуя коннектом

Структурная карта миелинированных нервных волокон



направления миелинированных волокон кодируются цветом

Диффузионная тензорная томография регистрирует направления движения молекул воды внутри нервных волокон мозга. В результате получаем карту нейронных сетей мозга

Функциональная карта

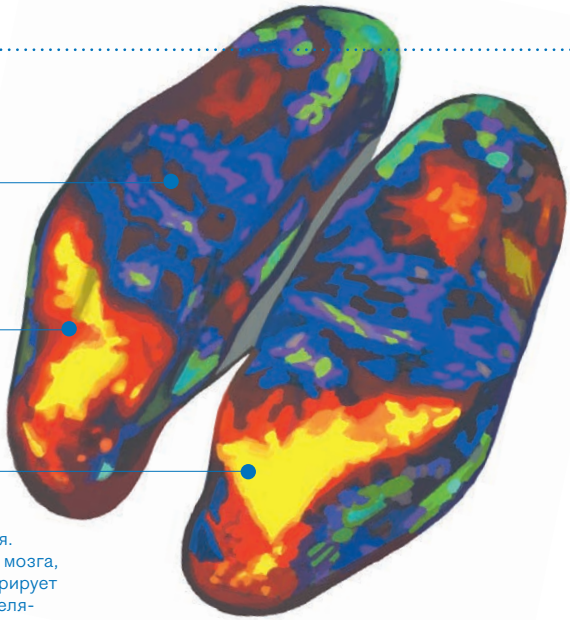
слабая корреляция с активностью референтной области коры

сильная корреляция с активностью референтной области коры

референтная область коры

Картирование сетей покоя.

Участки коры головного мозга, чья активность демонстрирует высокую взаимную корреляцию, являются функционально связанными

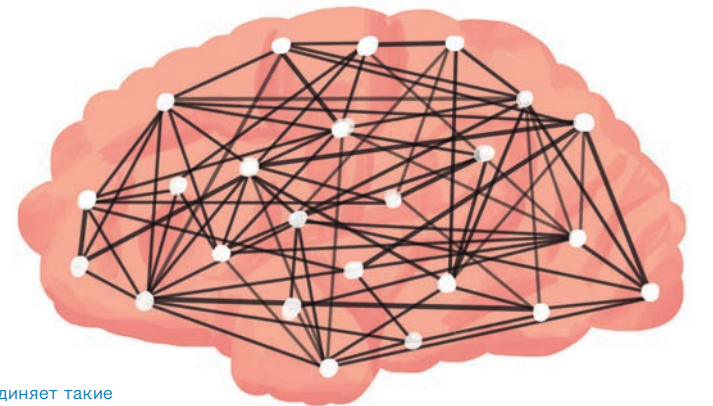


Структурные и функциональные данные дополняют друг друга и позволяют проводить граф-теоретический анализ сетей головного мозга.

Мозг состоит из большого числа областей, выполняющих специфические низкоуровневые функции. Некоторые из таких областей показаны на этом рисунке



Коннектом объединяет такие специализированные области вместе и обеспечивает функционирование мозга как единого целого



В коннектоме человека не только изучают структуру и закономерности работы нейронных сетей человеческого мозга, но также их связи с поведением и умственными способностями. Головной мозг принимающих участие в исследованиях людей сканируется всеми доступными методами.

ИСТОЧНИК: M.F. GLASSER & D.C. VAN ESSEN, THE HUMAN CONNECTOME PROJECT

В человеческом мозге более 100 млрд нейронов. Коннектом — это полное описание структуры связей в нервной системе организма. Они определяют поведение, с их помощью преобразуется вся информация из внутренней и внешней среды.

Исследования коннектома человека позволят сделать операции на мозге намного безопаснее и эффективнее: ликвидация патологического очага при эпилепсии или удаление опухоли будет запрограммирована и выполнена роботом. В первом случае патологические связи будут иссечены, во втором не будут затронуты необходимые проводники. Имплантаты, способные значительно расширить возможности памяти, усилить сенсорные и моторные способности, будут оптимально интегрированы благодаря информации об особенностях коннектома.

В России примерно 30 научных групп занимаются вопросами, имеющими прямое отношение к коннектому.

Так, группа Татьяны Строгановой в Центре нейро-когнитивных исследований Московского городского психолого-педагогического университета (МГППУ) работает на единственной в России установке для регистрации магнитоэнцефалограммы NeuroMag с 306 сенсорами в комплексе



Первый коннектом

Первый коннектом был создан в 1986 году от червя, известного как С. Элеганс. При разрезании его мозга на тонкие секции и увеличении их с помощью электронного микроскопа были выявлены 302 нейрона и 7000 синаптических связей. Затем коннектом червя был полностью воспроизведен на компьютере в 3D-изображении.

с прибором регистрации движения глаз. Магнитоэнцефалография (МЭГ) — технология нейроимиджинга с высоким временным разрешением (порядка 1 мс). Интеграция МЭГ с изображениями мозга, полученными магнитно-резонансной томографией, позволяет локализовать источники нейрональной активности с точностью до 5 мм.

Разработана методология трехмерного картирования электрической активности мозга в пространстве и времени. Создана новая методика непараметрического анализа сигналов трехмерной ЭЭГ. Осуществлено картирование речевых зон коры мозга человека. МЭГ внедряется в диагностику нарушений функций мозга и их восстановление. Строганова исследует нейрофизиологические особенности базовых психических функций при аутизме.

С помощью МЭГ можно проводить исследования в области реабилитологии. Начаты исследования в области функциональной нейрохирургии, в частности, при лечении хронических болевых синдромов и последствий травм головного и спинного мозга. Также проводятся исследования в области диагностики и мониторинга нейродегенеративных заболеваний и цереброваскулярных поражений.



Мегапроекты

В ряде стран исследования коннектома признаны приоритетным направлением. Так, с 2009 года в США действует проект «Коннектом человека» (Human Connectome Project). Этот проект называют даже более амбициозным, чем успешный проект «Геном человека». В 2013 году в Евросоюзе был запущен новый проект изучения человеческого мозга (Human Brain Project) с бюджетом 1 млрд евро.

Финансирование осуществлено через Психологический институт им. Л. Г. Щукиной РАО.

Профессора Департамента анализа данных и искусственного интеллекта Высшей школы экономики Алексея Осадчего интересует алгоритмически-методическая сторона вопроса, а именно разработка методов анализа неинвазивных измерений активности головного мозга с целью обнаружения функциональных сетей. «Мы начинали с анализа дискретных событий, таких как межсудорожные «спайки» (spikes). Они позволяют локализовать проблемную область коры головного мозга. Когда находится несколько таких зон, то анализ паттерна распространения спайков (читай выявление сети) позволяет обнаружить первичный очаг, рассеивание которого избавляет человека от судорог. Был предложен метод анализа межсудорожных спайков, позволяющий восстановить индивидуальный «вероятностный коннектом эпилептической активности.» Далее нам стало интересно посмотреть не на дискретные события (спайки), а на непрерывную активность, предшествующую судороге, и представить ее как суперпозицию активности сетей. Нам удалось и это, но на основании данных,