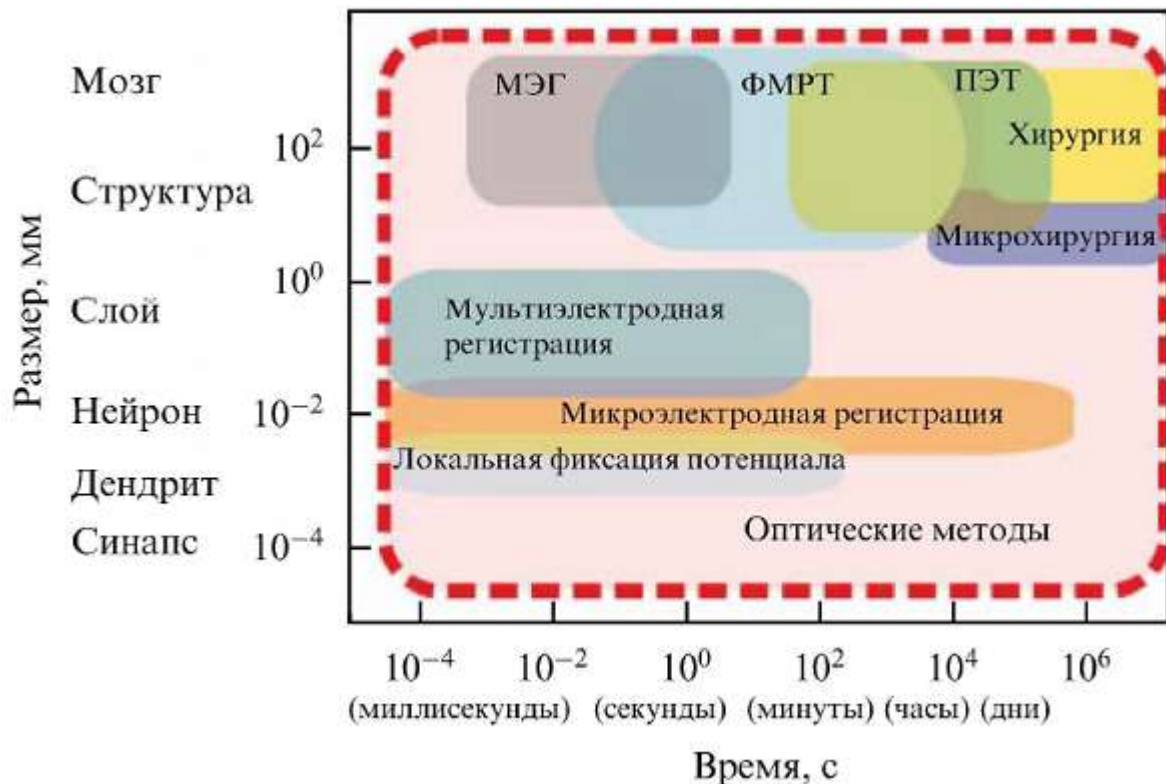


Біо- и нейрофотоніка

Біофотоніка є розділом науки, що стоїть на стику біології та фізики, і слідує своїй назві, об'єднує явища і методики, пов'язані з взаємодією біологічних об'єктів і світла (фотонів). Під цими явищами розуміються випускання, детектування, поглинання, відображення, модифікація і генерація електромагнітного випромінювання (світла) в біологічних об'єктах - клітинах, тканинах і організмах. Можна виділити два основних напрямки в біофотоніці - це використання світла в якості інструменту впливу на біологічні тканини, пов'язане з передачею енергії (терапія, хірургія), і, з іншого боку, використання світла для отримання інформації про стан біологічних об'єктів (при цьому найчастіше під терміном біофотоніка мається на увазі саме другий напрямок).

Застосування оптичних методів для нейрофізіологічних завдань. Проблема досліджень головного мозку, законів його активності, процесів формування свідомості і пам'яті, когнітивних функцій та ін. – є однією з найбільш інтригуючих завдань сучасної науки. Активні дослідження ведуться в багатьох напрямках, як в клінічних умовах, так і в наукових лабораторіях. Тому розробка нових інструментів і методів для досліджень мозку представляється одним з пріоритетних напрямків розвитку сучасних технологій. Для того, щоб зрозуміти, які клітинні і системні процеси лежать в основі специфічного поведінки, адаптації та навчання, необхідно візуалізувати роботу мозку на клітинному рівні і проводити дослідження різних динамічних властивостей нейронів, залучених в різноманітні види когнітивної діяльності живих організмів. В даний час існують різноманітні фізичні методи дослідження мозку, наприклад, магнітно-резонансна томографія, позитронно-емісійна томографія і магнітно-енцефалографія. Кожен з цих методів дозволяє отримати важливу інформацію про функціональний стан мозку. Однак, жоден з них не забезпечує просторового дозволу, необхідного для дослідження фундаментальних нейробиологічних процесів, що обумовлюють роботу мозку, на рівні окремих клітин. Електрофізіологічні методи до цих пір залишаються основним засобом вивчення нейронної активності живих створінь. Однак, прямий електричний контакт з кліткою при електрофізіологічних вимірах може значно вплинути на її активність і спотворити результат експерименту. Методи оптичної фізики відкривають унікальні можливості як для дослідження різних біологічних об'єктів, зокрема, мозку. На стику передових лазерних технологій і сучасної нейробиології стрімко розвивається новий міждисциплінарний напрямок природничо-наукових досліджень - нейрофотоніка, в рамках якого розробляється великий арсенал засобів і оптичних інструментів для функціональної діагностики мозку, стимуляції окремих нейронів і їх мереж, молекулярної інженерії клітин мозку з метою діагностики і терапії нейродегенеративних і психічних захворювань, а також для проведення і моніторингу нейрохірургічних операцій. Нижче представлена порівняльна діаграма різних фізичних методів дослідження і діагностики

мозку з точки зору їх просторового і часового дозволу.



Фізичні методи реєстрації нейронної активності в живому мозку і роль оптичних технологій: позитронно-емісійна томографія (ПЕТ); функціональна магнітно-резонансна томографія (фМРТ); магнітоенцефалографія (Мег).

В даний час загальновизнано, що оптичні методи (біофотоніки) є одними з найбільш перспективних напрямків проведення діагностики та вимірювань з клітинним просторовим дозволом в біомедичних додатках і є практично безальтернативним способом спостереження за молекулярними процесами в окремих клітках в контексті функціональної активності всього живого організму. Оптичні методи дозволяють істотно знизити шкідливий вплив зондуючого сигналу на клітку і мають ряд принципових переваг перед іншими методами дослідження мозку. Одним з найважливіших переваг оптичних технологій вивчення мозку є можливість одночасної реєстрації відразу декількох факторів нейронної активності.

Основним напрямком оптичних методів дослідження є питання, пов'язані із застосуванням волоконних технологій і нелінійно-оптичних методів для дослідження фізичних основ пам'яті і когнітивних функцій мозку. Для візуалізації нейронних активностей застосовувалися різні типи волоконно-оптичних нейроінтерфейсів, які дозволяють досліджувати процеси на довільних глибинах головного мозку лабораторних тварин. Застосування різних типів волокон і конструкцій нейроінтерфейсов і оптогенетических технологій забезпечує можливість проведення вимірювань з клітинним дозволом з живими свobodнорухливими тваринами на часових масштабах від декількох

ХВИЛИН

ДО

ДЕКІЛЬКОХ

МІСЯЦІВ.

