

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К ПОВЫШЕНИЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, ПРОСТРАНСТВЕННОГО И ВРЕМЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И СПЕКТРОСКОПИИ (тема 26-910)

Аннотация

Методы магнитного резонанса – ядерный магнитный резонанс (ЯМР) и электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) имеют широкое применение в физике, химии, биологии, медицине и других областях науки для получения детальной информации о структуре и динамике молекул многих веществ в различных средах. Одним из развитий этих методов является ЯМР-визуализация, которая лежит в междисциплинарной области науки на стыке физики, химии, информатики, инженерии и медицины, также известная как магнитно-резонансная томография (МРТ).

Современные методы магнитно-резонансной спектроскопии и томографии делают возможным наблюдение внутренней структуры различных объектов, непрозрачных для других диапазонов электромагнитного излучения. Уникальные особенности современных неинвазивных методов МРТ существенно расширяют возможности визуализации для биомедицинских приложений, включая структурную и функциональную диагностику объектов, например, в отличие от рентгеновской, так называемой компьютерной томографии (КТ), МРТ наиболее достоверно передает морфологические признаки мягких тканей организмов.

Несмотря на многочисленные достоинства данных магнитно-резонансных методов, они имеют существенный недостаток – низкую чувствительность для объектов в естественных условиях, т.е. относительно невысокое отношение сигнала к шуму, что приводит к необходимости длительного накопления сигнала для формирования достоверных данных и отчетливого изображения.

В настоящее время перспективными представляются подходы, позволяющие повысить чувствительность регистрации сигналов магнитного резонанса на 3–5 порядков величины, тем самым кардинально сократив время регистрации сигнала и подняв обнаружительную способность магнитно-резонансных методов.

Среди этих подходов использование спиновой гиперполяризации ядер исследуемых веществ, т.е. создание существенной неравновесной поляризации ансамбля спинов. Например, использование гиперполяризованных благородных газов позволит получать МРТ изображения функционирования отделов дыхательной системы – легких, альвеол,

бронхов, не наблюдаемых ни в КТ, ни в обычной МРТ. Перспективным направлением в этой области является создание фотонной фабрики для эффективной гиперполяризации ядерных спинов благородных газов.

Альтернативным подходом для повышения чувствительности является применение нетрадиционных методов регистрации спектров ЯМР и ЭПР – для этого используются методы оптически детектируемого магнитного резонанса, методы спиновой химии и новые импульсные методики. Проводятся исследования в области косвенной регистрации радикалов, радикальных пар и носителей заряда в полупроводниковых материалах и органических фотовольтаических материалах. В ряде случаев используется комбинация указанных методов регистрации магнитного резонанса и спиновой гиперполяризации для дополнительного усиления регистрируемого сигнала. Развитие альтернативных методов регистрации сигналов ЯМР и ЭПР требует проведения дальнейших исследований, направленных на понимание фундаментальных основ спиновой химии и механизмов реакций с участием парамагнитных частиц.

Помимо эффективного повышения чувствительности методов магнитного резонанса, а также пространственного и временного разрешения МРТ указанными методами спиновой гиперполяризации и новыми методами детектирования сигналов, в настоящее время имеется значительная потребность в развитии методов спиновой химии для регистрации короткоживущих интермедиатов реакций, которые могут быть использованы в инженерии нового типа оборудования для формирования высокооднородных магнитных полей больших объемов.

Рубрикатор

- 910.1.** Разработка фундаментальных основ создания спиновой гиперполяризации.
- 910.2.** Подходы к управлению динамикой гиперполяризованных спинов.
- 910.3.** Новые оптические, радиофизические и другие высокочувствительные методы детектирования магнитного резонанса.
- 910.4.** Методы формирования гиперполяризации ядерных спинов для МРТ.
- 910.5.** Фундаментальные основы новых методов диагностики в биомедицине на принципах мультиядерной МРТ.
- 910.6.** Новые подходы к созданию безгелиевой МРТ высокого разрешения.