

положении. Обследуемый фиксирует орбитальную часть на упоре устройства. Эластичные обтюраторы, закрывающие глаз исследуемого, исключают внешнее световое воздействие. Далее на экране персонального компьютера определяется локализация контактной линзы и производится фоторегистрация. Последующая обработка полученных данных производится с помощью программ и статистического сравнения со стандартом, то есть не загрязненной линзой. Нами была выбрана методология ITSM, которая рекомендует сосредоточиться на клиенте и его потребностях, на услугах, предоставляемых пользователю информационными технологиями.

Основным направлением является создание IT Service для пользователей контактными линзами, используя информационные каналы Интернет.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МРТ СКАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФТОРУГЛЕРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В.А. Глухова, Д.В. Фомина, М.В. Гуляев, С.С. Батова, Н.В. Анисимов
Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова
E-mail: va.glukhova@gmail.com

В работе описан метод оптимизации параметров сканирующих импульсных последовательностей для МРТ применительно к объектам, обладающим широким спектром ЯМР. Метод особенно актуален для исследования фторуглеродных соединений (ФУС), поскольку спектры ^{19}F ЯМР характеризуются широким диапазоном химических сдвигов (сотни м.д.) и большими константами спин-спинового взаимодействия (сотни Герц)[1,2]. В этом случае широкополосное возбуждение спиновой системы затруднительно из-за аппаратных ограничений.

Идея метода состоит в расчете сигнала индукции для различных вариантов частотно-селективного возбуждения спиновой системы (частота возбуждения, ширина спектра Δ) и выборе оптимального. Перебор вариантов осуществляется с помощью специализированной программы, которая производит расчеты в пакетном режиме, а затем выдает максимальное значение сигнала индукции и параметры, при которых он реализуется. На рис.1 приведена схема метода. Спектр ЯМР высокого разрешения $F(\omega)$ умножается на гауссову функцию $G(\omega)$. Результат подвергается обратному Фурье-преобразованию, а от полученной временной функции $S(t)$ рассчитывается ее модуль $M(t)$.

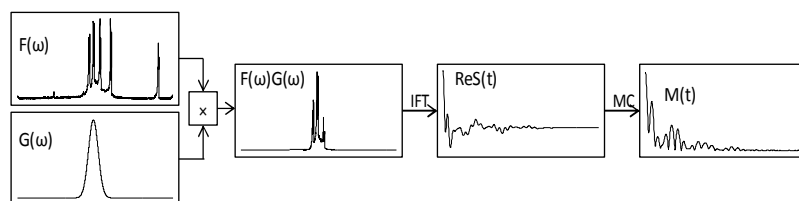


Рис.1. Схема расчета сигнала индукции при селективном возбуждении спиновой системы.

Предполагается, что $M(t)$ определяет яркость пикселей на магнитудном МРТ изображении. Поэтому экстремальные значения функции $M(t)$ служат ориентиром для задания параметра TE сканирующей импульсной последовательности (ИП) градиентное эхо (GE). Значение $M(0)$ определяет сигнал для ИП спиновое эхо (SE). Метод наиболее успешно работает при малых углах отклонения вектора намагниченности ($\leq 30^\circ$), что характерно для методики GE. Однако результаты расчетов могут быть востребованы и для методики SE, где эти углы составляют 90° и 180° . Для уточнения оптимальных параметров ИП SE дополнительно требуется экспериментально измерить зависимость $M=M(TE)$, чтобы учесть эффекты поперечной релаксации и J-модуляции.

Диапазон варьируемых параметров частотно-селективного возбуждения задается с учетом аппаратных ограничений – мощности градиентной системы, передатчика, допустимой радиочастотной нагрузки на передающую катушку и др. Это в первую очередь касается параметра Δ , величины обратно пропорциональной длительности импульсов.

Апробация метода проведена для ФУС Перфторан®[3]. На рис. 2 представлены спектры ^{19}F ЯМР Перфторана®, полученные в полях 0,5 и 7 Тесла, и графики зависимости M от расстройки при фиксированных параметрах TE и Δ .

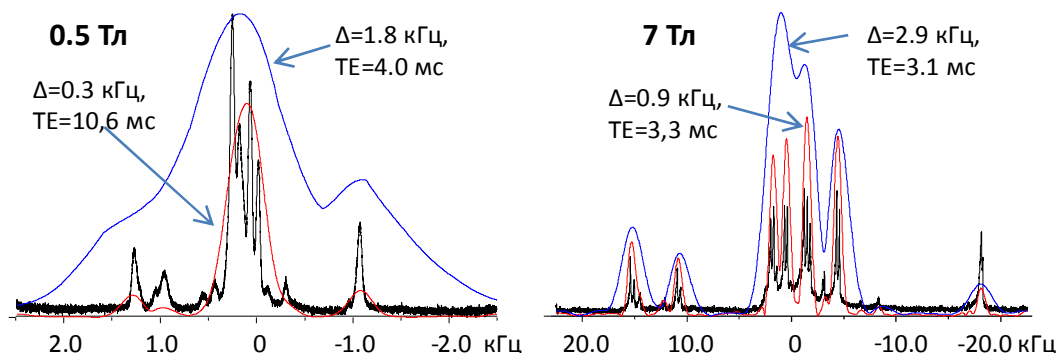


Рис. 2. Зависимость M от расстройки при фиксированных Δ и TE.

Расчеты, проведенные для этого ФУС, показывают, что при оптимальном выборе частоты селективного возбуждения сигнал индукции (S) возрастает с увеличением Δ . Однако, если величина Δ согласована с полосой пропускания приемника, то для зависимости сигнал/шум (S/N) ситуация обратная – рис. 3.

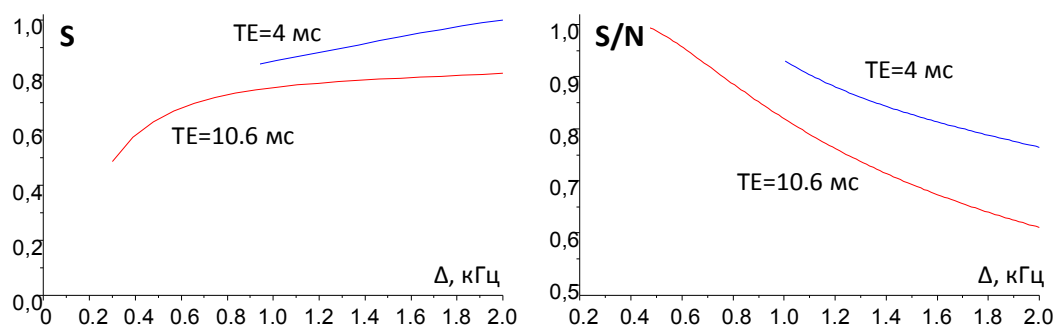


Рис. 3. Зависимость S и S/N для GE от Δ при фиксированных TE (0.5 Тл).

Это связано с тем, что спектр ЯМР является не полосовым, а представлен набором достаточно узких линий. Поэтому по мере увеличения Δ суммарный сигнал индукции растет медленнее, чем тепловой шум, спектр которого является непрерывным, а амплитуда возрастает $\sim \Delta^{1/2}$.

Минимальное значение Δ (максимальное TE) ограничивается скоростью поперечной релаксации $1/T_2$. Когда TE становится соизмеримым с T_2 , то релаксационный фактор становится определяющим для сигнала индукции, поскольку $S(TE) \sim \exp(-TE/T_2)$, в то время как зависимость S/N от Δ весьма вялая – рис. 3.

Для ^{19}F ЯМР спектров, полученных в полях 0.5 и 7 Тл с использованием томографов фирмы Bruker – Tomikon S50 и BioSpec 70/30 [4], были рассчитаны параметры сканирования для GE и SE, обеспечивающие максимумы как для S, так и S/N. В расчетах учитывались аппаратные ограничения, в частности, минимальные $TE_{\min} = 3.4$ мс для 0.5 Тл и 2.86 мс – для 7 Тл. Эти значения оказались сопоставимы с $T_2 = 12$ мс. Поэтому для GE можно рекомендовать лишь значения TE ближайšie к TE_{\min} , а для SE – минимально возможные для аппаратурной реализации.

В итоге для GE в качестве оптимальных TE оказались следующие значения: 4.0 мс для поля 0.5 Тл и 3.2 мс для поля 7 Тл. Для SE, соответственно, 6.2 мс для поля 0.5 Тл и 5.5 мс – для поля 7 Тл.

В целом результаты экспериментов соответствуют расчетам, особенно это касается поля 0.5 Тл. При анализе причин отклонения экспериментальных и расчетных оптимальных параметров селективного возбуждения на 7 Тл было выявлено отклонение запрограммированного и реализуемого значения TE на 0.02 мс. Причина пока неясна – это могут быть либо аппаратные несовершенства градиентной системы, либо ошибки в фирменной программе. Однако этот фактор может быть учтен при задании TE в сканирующей импульсной последовательности.

Развитый метод позволяет сравнительно простыми средствами рассчитать оптимальные параметры МРТ сканирования объектов со сложным спектром ЯМР с учетом аппаратных ресурсов. Эффективность метода повышается при использовании информации о релаксационных параметрах и константах спин-спинового взаимодействия.

Работа поддержана грантом Минобрнауки РФ №14.604.21.0060 (RFMEFI60414X0060).

Библиографический список

- 1 Jesu's Ruiz-Cabello, Barnett B.P., Bottomley P.A., Bulte J.W.M. Fluorine (^{19}F) MRS and MRI in biomedicine // NMR in Biomed. 2011. V. 24. P. 114-129.
- 2 Tirota I., Dichiarante V., Pigliacelli C., Cavallo G., Terraneo G., Bombelli F.B., Me-trangolo P., Resnati G. ^{19}F Magnetic Resonance Imaging (MRI): From Design of Materials to Clinical Applications // Chem. Rev. 2015. 115(2). P. 1106–1129.
- 3 Maevsky E.I., Gervits L.L. // Supplement of Chimica Oggi / Chemistry Today, Focus on Fluorine Chemistry. 2008. V. 26, No 3.
- 4 Гуляев М.В., Гервиц Л.Л., Устынюк Ю.А., Анисимов Н.В., Пирогов Ю.А., Хохлов А.Р. Получение изображений в магнитно-резонансной томографии на ядрах ^{19}F с помощью препарата Перфторан // Журнал радиоэлектроники (электронный журнал). 2013. № 8, <http://jre.cplire.ru/win/aug13/11/text.html>

БИОМАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ГРИБНОГО МИЦЕЛИЯ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГАЗОВЫХ ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

О.М. Цивилева, А.Н. Панкратов¹, И.Е. Кузнецова², Б.Д. Зайцев³,
А.М. Шихабудинов³

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН
¹Саратовский национальный исследовательский государственный универ-
ситет им. Н.Г. Чернышевского
²ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
³Саратовский филиал ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН
E-mail: tsivileva@ibppm.ru

В связи с проблемами охраны окружающей среды, экологического мониторинга вредных выбросов, экологической безопасности и здоровья населения России актуальна проблема разработки газовых сенсоров. В настоящее время существует большое число работ, в которых предлагается использовать в качестве таких датчиков акустоэлектрические устройства, в частности пьезоэлектрические резонаторы [1]. Основной проблемой в настоящее время является поиск чувствительных покрытий для таких датчиков, которые были бы селективны по отношению к конкретным газам или парам [1, 2].

Ранее экспериментально было установлено, что экстракты некоторых грибов проявляют высокую сорбционную чувствительность к парам фенола и воды. В результате проведенных работ на основе экстрактов высшего гриба *Pleurotus ostreatus* (вешенка обыкновенная) был разработан модификатор электродов пьезодатчика резонаторного типа, характеризующийся высокой чувствительностью к парам фенола, быстрым временем опроса и допустимой погрешностью определения [2]. Однако на предмет сорбционной чувствительности к парам других летучих жидкостей и газов эти биообъекты и экстракты из мицелия других высших грибов не изуче-