

Содержание

Глава 1. Основы метода ядерного магнитного резонанса	12
1.1 Основные принципы магнитного резонанса	13
1.1.1 Магнитный момент и ядерный спин	13
1.1.2 Условие резонанса	16
1.1.3 Уравнение Блоха	17
1.1.4 Спин-решеточная релаксация	22
1.1.5 Распад поперечной намагниченности и спин-спиновая релаксация	23
1.2 Спектр ЯМР	27
1.2.1 Химический сдвиг	27
1.2.2 Диполь-дипольное взаимодействие	28
1.2.3 Косвенное спин-спиновое взаимодействие	29
1.2.4 Электрон-ядерное взаимодействие	32
1.2.5 Ядерное квадрупольное взаимодействие	33
1.3 Механизмы релаксации	35
1.3.1 Поперечная релаксация и ширина линий	36
1.3.2 Временная модуляция взаимодействий	37
1.3.3 Дипольная релаксация	37
1.3.4 Релаксация за счет анизотропии химического сдвига	38
1.3.5 Релаксация по механизму косвенного спин-спинового взаимодействия	39
1.3.6 Квадрупольная релаксация	40
1.3.7 Парамагнитная релаксация	40
1.4 Экспериментальные методы	41
1.4.1 Непрерывный ЯМР	41
1.4.2 Импульсный ЯМР	43
1.4.3 Спектрометр ЯМР	48
Литература	52
Глава 2. ЯМР в биохимии	53
2.1 ЯМР как аналитический метод	54
2.1.1 Идентификация известных и неизвестных веществ ..	54
2.1.2 Внутренний и внешний стандарт	57
2.1.3 Мультиплетная структура	59
2.1.4 Константы скалярного взаимодействия и структура молекул	62

2.1.5 Определение партнера по взаимодействию	63
2.1.6 Применение метода ЯМР для определения концентраций	65
2.1.7 Подавление интенсивного сигнала растворителя	67
2.2 Зависящие от времени процессы в ЯМР	69
2.2.1 Временная корреляция и спектральная плотность	70
2.2.2 Химический обмен	72
2.2.3 Зависимость величины химических сдвигов от pH	75
2.2.4 Образование комплексов с диамагнитными лигандами	77
2.2.5 Перенос поляризации с насыщением	79
2.2.6 Ядерный эффект Оверхаузера	80
2.2.7 Использование стабильных изотопов в качестве меток	85
2.3 Двумерная спектроскопия ЯМР	87
2.3.1 Двумерный ЯМР-эксперимент	88
2.3.2 Обнаружение спин-спинового взаимодействия в гомоядерном случае	92
2.3.3 Измерение ЯЭО и химический обмен	93
2.3.4 Корреляция в гетероядерном случае	94
Литература	95
Глава 3. ЯМР-спектроскопия биологических макромолекул	97
3.1 ЯМР-спектроскопия протеинов	97
3.1.1 Строение и структура протеинов	97
3.1.2 Динамические процессы в протеинах	102
3.1.3 Определение межатомных расстояний	115
3.1.4 Отнесение резонансных линий	128
3.1.5 Интерпретация двумерных ЯМР-спектров	135
3.1.6 Расчет структуры по данным ЯМР	138
3.1.7 Твердотельный ЯМР протеинов	144
3.2 ЯМР-спектроскопия нуклеиновых кислот, полисахаридов и липидов	146
3.2.1 Состав и структура нуклеиновых кислот	146
3.2.2 Исследование методом ЯМР нуклеиновых кислот и комплексов нуклеиновых кислот с протеинами	150
3.2.3 Состав и структура полисахаридов	153
3.2.4 Определение структуры полисахаридов	154
3.2.5 Исследование биологических мембран	156
Литература	161
Глава 4. ЯМР-томография	165
4.1 Основные принципы получения изображения	165
4.1.1 Двумерная проекционная реконструкция	167
4.1.2 Методы двумерной фурье-спектроскопии	168
4.1.3 Параметры ЯМР-томографии	171

4.1.4 Методы, позволяющие сократить время проведения эксперимента	173
4.1.5 Получение трехмерных изображений	178
4.2 Примеры использования основных экспериментальных методик в ЯМР-томографии	180
4.2.1 Изображение головы	180
4.2.2 Получение изображений других областей тела	183
4.3 Другие применения ЯМР-томографии	190
4.3.1 Химический сдвиг в ЯМР-томографии	191
4.3.2 Эффекты движения жидкостей в ЯМР-томографии	193
4.3.3 Контрастные вещества в ЯМР-томографии	198
4.3.4 ЯМР-микроскопия	200
4.4 Биомедицинские аспекты влияния ЯМР	203
4.4.1 Биомедицинские эффекты статического магнитного поля	203
4.4.2 Биомедицинские эффекты градиентных полей	204
4.4.3 Биомедицинские эффекты РЧполей	204
Литература	205
 Глава 5. Пространственно селективная спектроскопия и ЯМР-эксперименты in-vivo	207
5.1 Методы повышения пространственной селективности	208
5.1.1 Пространственное разрешение для изолированных клеток и органелл	209
5.1.2 Пространственная селективность при использовании РЧ полей, зависящих от координат	211
5.1.3 Пространственная селекция с помощью зависящего от координат статического магнитного поля B_0	214
5.2 Типичные области применения и проблемы ЯМР-спектроскопии живых систем	216
5.2.1 Сохранение естественных функций	217
5.2.2 ЯМР-спектроскопия in-vivo на ядрах 1H	218
5.2.3 ЯМР-спектроскопия in-vivo на ядрах ^{31}P	222
5.2.4 ЯМР-спектроскопия in-vivo на ядрах ^{13}C	230
5.2.5 ЯМР-спектроскопия in-vivo на ядрах ^{15}N	237
5.2.6 ЯМР-спектроскопия in-vivo на ядрах ^{19}F	237
5.2.7 Использование других ядер в ЯМР-спектроскопии in-vivo	239
Литература	240
 Предметный указатель	241