

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### ЯМР-анализаторы «Спин Трэк»

#### Назначение средства измерений

ЯМР-анализаторы «Спин Трэк» (далее - ЯМР-анализаторы) предназначены для определения амплитудных и временных магнитно-резонансных характеристик веществ, содержащих изотоп водорода  $^1\text{H}$ , и определения концентрации веществ в жидких и твердых пробах.

#### Описание средства измерений

Принцип действия ЯМР-анализатора основан на импульсном методе ядерного магнитного резонанса, в основу которого положено кратковременное импульсное воздействие высокочастотных колебаний определенной частоты на систему ядерных спинов, помещенных в однородное магнитное поле напряженностью  $H_0$ , и регистрации сигнала спада свободной индукции после воздействия высокочастотных колебаний, создающих в катушке датчика переменное магнитное поле  $H_1$ , с последующей обработкой сигнала-отклика.

Угловая частота высокочастотных колебаний ( $\omega_0$ , рад/с) и значение напряженности постоянного магнитного поля ( $B_0$ , Тл) связаны между собой соотношением:

$$\omega_0 = \gamma \cdot B_0,$$

где  $\gamma = 42,57$  МГц/Тл – гиромагнитное отношение для ядер водорода.

Реализация метода заключается в следующем:

Радиочастотную катушку, внутри которой находится исследуемое вещество, помещают в постоянное магнитное поле ( $B_0$ ), причем ось катушки перпендикулярна вектору напряженности ( $B_0$ ). На катушку подается радиоимпульс с частотой заполнения ( $\omega_0$ ). В результате взаимодействия высокочастотного магнитного поля ( $B_1$ ) с системой ядерных спинов исследуемого образца в постоянном магнитном поле ( $B_0$ ) происходит поглощение энергии исследуемым веществом. По окончании радиоимпульса высвобождаемая образцом энергия создает в катушке датчика переменное магнитное поле, интенсивность которого пропорциональна числу резонирующих ядер, а характер и длительность процесса высвобождения энергии определяется внутренней структурой вещества.

В состав ЯМР-анализатора входят блок магнитный и блок управления (электронный), работающие под управлением персонального компьютера. Электрическая связь между блоками и между блоком электронным и компьютером осуществляется с помощью кабелей, входящих в комплект прибора. Блок магнитный конструктивно состоит из магнитной системы и датчика ЯМР-сигнала, установленного в зазор магнитной системы.

Персональный компьютер типа IBM PC через интерфейс пользователя осуществляет связь оператора с устройствами ЯМР-анализатора в интерактивном режиме и предназначен для задания исходных данных и режимов работы, управления режимами измерений, контроля правильности функционирования ЯМР-анализатора и обработки результатов измерений.

Общий вид ЯМР-анализатора представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид ЯМР-анализатора

### Программное обеспечение

Управление ЯМР-анализатора осуществляется с помощью внешнего персонального компьютера с использованием специализированного программного обеспечения (ПО).

Влияние программного обеспечения учтено при нормировании метрологических характеристик.

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует низкому уровню защиты по Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные ПО представлены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Другие идентификационные данные	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Relax 8	8.8.0.1	0f109fc8bc6ceabc4a30135128ba0948	-	MD5
FID.app	-	b21ee319c2dcf74c2bc658f9c01c5df2	-	MD5
FID_Echo_СКО.App	-	f62926fcd45b8269642d2756086033e7	-	MD5
FID_short.app	-	5a684aea7dc8d7bd5e927a7de49cf804	-	MD5
Linear_fit.app	-	54f2e04923ebf3e5eb3bcf3c48340ca5	-	MD5
Linear_fit.xls	-	488f74365142c77bae1d91dc189e33fc	-	MD5
Pogr_T1.app	-	2cc9c26fd575603fe6ddaa24d7fcb517	-	MD5
Pogr_T2.app	-	8c8b6adfd9e49af0e11c09acd47ac58e	-	MD5
Pulse_calibration.app	-	e036554c39f67f5ce7798ed1301c570	-	MD5
SNR.app	-	88e47e468160e5c7f55318d2af91c591	-	MD5

## Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики ЯМР-анализаторов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Амплитуда радиочастотного импульса на выходе усилителя мощности при активной нагрузке 50 Ом, не менее	100 В
Напряжение питания	(220 ± 20) В, частота (50 ± 1) Гц
Потребляемая блоком электроники мощность, не более	100 Вт
Габаритные размеры блока электроники (ДхШхВ), не более	425х280х155 мм
Масса блока электроники нетто, не более	15 кг
Габаритные размеры магнитной системы (ДхШхВ), не более	350х240х280 мм
Масса магнитной системы нетто, не более	50 кг
Время восстановления чувствительности ЯМР-анализатора после 90 <sup>0</sup> -го радиочастотного импульса, не более	20 мкс
Длительность радиочастотного импульса, обеспечивающего максимальный уровень сигнала спада свободной индукции (ССИ), не более	15 мкс
Коэффициент нелинейных искажений приемного тракта, не более	3 %
Отношение сигнал/шум, определяемое по сигналу ССИ глицерина марки «ЧДА» по ГОСТ 6259 при накоплении однократного цикла полного циклирования фаз, не менее	50
Расстройка от резонанса за час непрерывной работы при условии изменения температуры окружающей среды не более чем на 2 °С, не более	± 50 кГц
Время спада сигнала свободной индукции до уровня 10% начальной амплитуды на образце глицерина, не менее	200 мкс
Предел обнаружения водорода, не более	2 кг/м <sup>3</sup>
Предел допускаемого значения относительного СКО среднего арифметического амплитуды ССИ и спинового эхо	2 %
Предел допускаемого значения относительного СКО среднего арифметического времени спин-решеточной релаксации T <sub>1</sub>	3 %
Предел допускаемого значения относительного СКО среднего арифметического времени спин-спиновой релаксации T <sub>2</sub>	3 %

Условия эксплуатации:

- |                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | от 10 до 35  |
| - относительная влажность воздуха, %  | не более 80  |
| - атмосферное давление, кПа           | от 84 до 107 |

## Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на заднюю стенку электронного и магнитного блоков ЯМР-анализатора и в нижней части титульного листа руководства по эксплуатации типографским способом.

### Комплектность средства измерений

В комплект поставки ЯМР-анализатора входят изделия и документы, перечисленные в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Обозначение	Количество	Примечание
1	Блок электронный	РС.415432.001	1	
2	Блок магнитный	РС.415432.002	1	
3	Комплект ЗИП	РС.415432.003	1	
4	Программное обеспечение		1	Компакт диск
5	Комплект кабелей		1	
6	Комплект пробирок		1	20 пробирок
	Подставка для пробирок		1	
7	Эксплуатационные документы:			
7.1	– паспорт	РС.415432.004 ПС	1	
7.2	– формуляр	РС.415432.005 ФО	1	
7.3	– руководство по эксплуатации	РС.415432.006 РЭ	1	
7.4	- методика поверки	РС.415432.007 МП	1	
7.5	- руководство пользователя	РС.415432.008 РП	1	

### Поверка

проводится по документу РС.415432.007 МП "ЯМР-анализаторы «Спин Трэк». Методика поверки", утвержденному ГЦИ СИ ФБУ «Марийский ЦСМ» 30.01.2015 г.

Основные средства поверки:

ГСО 7289-96 СО состава гексадекана;

ГСО 7213-95 СО состава четыреххлористого углерода;

Глицерин по ГОСТ 6259-75

### Сведения о методиках (методах) измерений

ГОСТ 8.597-2010 «ГСИ. Семена масличных культур и продукты их переработки. Методика измерений масличности и влажности методом импульсного ядерного резонанса».

### Нормативные и технические документы, распространяющиеся на ЯМР-анализаторы «Спин Трэк»

Технические условия ТУ 4215-001-83984100-2014

### Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений

- при выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании

### Изготовитель

ООО «Резонансные системы», РФ, Марий Эл, 424002, г. Йошкар-Ола, ул. Комсомольская, 145, 7

Тел./факс. 8-8362-992799, 654833; E-mail: [info@nmr-design.com](mailto:info@nmr-design.com)

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений ФБУ «Марийский ЦСМ»,  
424006, г. Йошкар-Ола, ул. Соловьева, 3  
тел. 8 (8362) 41-20-18, факс 41-16-94  
Аттестат аккредитации ГЦИ СИ ФБУ «Марийский ЦСМ» по проведению испытательных средств измерений в целях утверждения типа № 30118-11 от 08.08.2011 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.