

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ,

технический директор

ФГУП «Инверсия»

Б.С.Пункевич

2009 г.



**ЭПР-спектрометры ELEXSYS**

Внесены в Государственный реестр средств измерений.

Регистрационный № 24692-09

Взамен № 27692-04

Выпускаются по документации фирмы "Bruker BioSpin GmbH", Германия.

## НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТИПА

ЭПР-спектрометры ELEXSYS (далее – спектрометры) предназначены для измерения спектров электронных переходов в веществах и материалах в твердой и жидкой фазе, сырье и продукции химического производства, фармацевтики, металлургии, полупроводниковой промышленности, биологических системах и т.д. Спектрометры применяются при определении состава и структуры веществ в аналитических лабораториях промышленного производства, учебных и научных организаций.

## ОПИСАНИЕ

Спектрометры представляют собой стационарные автоматизированные приборы.

Принцип действия спектрометров основан на явлении электронного парамагнитного резонанса – резонансного поглощения энергии электромагнитных волн веществом в сильном магнитном поле вследствие электронного парамагнетизма. Исследуемый образец помещается в микроволновый резонатор, находящийся в искусственно создаваемом магнитном поле. Микроволновый генератор (мост) содержит диод Ганна в качестве источника микроволнового излучения, а также датчик, измеряющий степень поглощения излучения в образце в зависимости от изменяемой индукции магнитного поля. Полученная зависимость является ЭПР-спектром исследуемого образца.

Спектрометры оснащаются магнитами различных конфигураций, в зависимости от требуемого размера воздушного зазора и максимально достижимого значения индукции магнитного поля (потребляемой мощности).

Микроволновый мост выполняется в двух конфигурациях: для измерений в непрерывном и импульсном режимах, а также может дополняться приставками, расширяющими диапазон частот микроволнового излучения.

Температурные приставки в комплекте с оборудованием для термостатирования позволяют проводить измерения при температуре исследуемого образца выше и ниже комнатной.

Модельный ряд спектрометров:

- Е 500 – представляет собой спектрометр для непрерывного режима измерений, комплектуемый несверхпроводящим электромагнитом, обеспечивающим в зазоре максимальное магнитное поле от 0,64 до 1,95 Тл в зависимости от конфигурации. Стандартный микроволновый мост Х-диапазона (9,1 ... 9,9 ГГц) может дополняться приставками для диапазонов L (0,7 ... 1,5 ГГц), S (2,6 ... 3,4 ГГц), К (23,6 ... 24,4 ГГц) и Q (33,6 ... 34,4 ГГц).
- Е 540 – представляет собой спектрометр для ЭПР-томографии (визуализации ЭПР в 3-х измерениях), комплектуемый несверхпроводящим электромагнитом и микроволновым мостом для работы в диапазонах L, S и X.
- Е 560 – в дополнение к функциональности Е 500 позволяет измерять спектры двойного электронно-ядерного резонанса.
- Е 580 – в дополнение к функциональности Е 560 позволяет проводить измерения в импульсном режиме с Фурье-обработкой спектра поглощения.
- Е 600 – спектрометр для непрерывного режима измерений комплектуется сверхпроводящим магнитом (магнитное поле до 6 Тл) и микроволновой приставкой для W-диапазона (93,6 ... 94,4 ГГц).
- Е 660 – в дополнение к функциональности Е 600 позволяет измерять спектры двойного электронно-ядерного резонанса.
- Е 680 – в дополнение к функциональности Е 660 позволяет проводить измерения в импульсном режиме с Фурье-обработкой спектра поглощения.
- Е 780 – спектрометр для непрерывного и импульсного (с Фурье-обработкой спектра поглощения) режимов измерений комплектуется сверхпроводящим магнитом (магнитное поле до 12 Тл) и микроволновой приставкой для J-диапазона (262,6 ... 263,4 ГГц).

Спектрометры выполнены в виде напольных приборов, состоящих из магнита, микроволнового моста, блока питания, блока охлаждения, блока обработки информации (консоли).

Управление процессом измерений осуществляется посредством внутреннего контроллера в консоли и РС-совместимого компьютера, оснащенного специальным программным комплексом. С помощью программного обеспечения проводится настройка прибора, управление его работой, обработка выходной информации, сохранение и печать результатов.

# ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Модель	E 500	E 540	E 560	E 580	E 600	E 660	E 680	E 780
Максимальная индукция магнитного поля, Тл	0,64 ... 1,75	0,64 ... 1,75	0,64 ... 1,75	0,64 ... 1,75	6,0	6,0	6,0	12,0
Воздушный зазор между обкладками несверхпроводящего магнита, мм	56 ... 100	56 ... 100	56 ... 100	56 ... 100	-	-	56 ... 100	56 ... 100
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений индукции магнитного поля, %	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
Максимальное отношение сигнал/шум при измерениях 0.0003% парамагнитных частиц в КС1 в непрерывном режиме	3000:1	3000:1	3000:1	3000:1	-	-	3000:1	3000:1
Диапазоны рабочих частот микроволнового моста с дополнительными приставками (L = 0,8 - 1,3; S = 3,4 - 3,8; X = 9,1 - 9,9; K = 23,6 - 24,4; Q = 33,6 - 34,4; W = 93,6 - 94,4; J = 262,6 - 263,4 ГГц):	L, S, X, K, Q	L, S, X	X, Q	L, S, X, K, Q	W	W	L, S, X, K, Q, W	L, S, X, K, Q, W, J
Импульсный режим с Фурье-обработкой спектра	-	-	-	+	-	-	+	+

Стационарный режим двойного электронно-ядерного резонанса	-	-	+	+	-	+	+	+	+
Импульсный режим двойного электронно-ядерного резонанса	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Импульсный режим двойного электрон-электронного резонанса	-	-	-	+	-	-	-	+	+
Визуализация ЭПР (томография)	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Быстрое сканирование	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Диапазоны изменения температуры образцов, К – приставка ER 4112HV – приставка ER 4131VT	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500	3,8 ... 300 100 ... 500
Точность поддержания температуры образца, К	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
Требования к системе энергоснабжения: – количество фаз – линейное напряжение, В – частота, Гц – ток, А	3 380 (+10/-15)% 50±1 40 ... 80	3 380 (+10/-15)% 50±1 30	3 380 (+10/-15)% 50±1 40 ... 80	3 380 (+10/-15)% 50±1 40 ... 80	3 380 (+10/-15)% 50±1 20	3 380 (+10/-15)% 50±1 20	3 380 (+10/-15)% 55±1 60 ... 100	3 380 (+10/-15)% 50±1 60 ... 100	3 380 (+10/-15)% 50±1 60 ... 100
Максимальная потребляемая мощность, кВт	8,2 ... 35,1	8,1	8,2 ... 35,1	8,2 ... 36,5	4,4	4,8	12,5 ... 38,8	12,5 ... 38,8	12,5 ... 38,8

Максимально возможные для данной модели габаритные размеры, см: - несверхпроводящий магнит	110×156×147	97×110×128	110×156×147	- 86×86×189 61×80×19 82×131×130 78×60×142 98×77×156	110×156×147	- 86×86×189 61×80×19 82×131×130 78×60×142 98×77×156	110×156×147	110×156×147	110×156×147
- сверхпроводящий магнит	-	-	-	86×86×189	86×86×189	86×86×189	86×86×189	86×86×189	86×86×189
- мост	49×49×16	49×49×16	49×49×16	61×80×19	61×80×19	61×80×19	61×80×19	61×80×19	61×80×19
- консоль	82×69×130	82×131×130	82×131×130	82×131×130	82×131×130	82×131×130	82×131×130	82×131×130	82×131×130
- блок питания	78×60×142	78×60×142	78×60×142	78×60×142	78×60×142	78×60×142	78×60×142	78×60×142	78×60×142
- блок охлаждения	98×77×156	98×77×156	98×77×156	98×77×156	98×77×156	98×77×156	98×77×156	98×77×156	98×77×156
Максимально возможная для данной модели масса, кг:									
- несверхпроводящий магнит	2900	1700	2900	-	2900	-	2900	2900	2900
- сверхпроводящий магнит	-	-	-	700	-	700	700	700	700
- мост	30	30	30	45	45	45	45	45	45
- консоль	180	410	200	360	290	360	360	360	360
- блок питания	370	370	370	370	370	370	370	370	370
- блок охлаждения	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Условия эксплуатации: - температура, °С	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30	18 ... 30
- влажность, %	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.	20 ... 60 без конд.
Условия транспортирования и хранения: - температура, °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С	-20 ... 40 °С
- влажность, %	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.	20 ...80% без конд.
Срок службы, лет	5	5	5	5	5	5	5	5	5

## ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа наносится на средство измерений и на титульный лист руководства по эксплуатации.

## КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплект поставки определяется заказом и отражается в спецификации.

НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИМЕЧАНИЕ
ЭПР-спектрометр	
Магниты	В том числе по заказу
Компьютер	
Принтер	
Программное обеспечение	
Комплект инструментов	
Руководство по эксплуатации на русском языке	
Методика поверки	
Комплект запасных частей и расходных материалов	По заказу
Оборудование для термостатирования образца	По заказу
Приставки для расширения диапазона частот микроволнового моста	По заказу
Оборудование для высокоточного измерения индукции магнитного поля	По заказу

## ПОВЕРКА

Поверка проводится в соответствии с документом «ЭПР-спектрометры ELEXSYS. Методика поверки», утвержденным ГЦИ СИ ОАО ФНТЦ «Инверсия» в декабре 2009 г.

Основные средства поверки:

- кристаллический 1,3 бис-дифенилен-2-фенил аллил (BDPA);
- весы лабораторные по ГОСТ 24101-2001;
- набор пипеток по ГОСТ 20292-74;
- колбы по ГОСТ 1770-74.

Межповерочный интервал – 2 года.

## НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

ГОСТ Р 52931-2008 «Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия».

Техническая документация фирмы-изготовителя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тип ЭПР-спектрометров ELEXSYS утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, и метрологически обеспечен при выпуске из производства и в эксплуатации.

### ИЗГОТОВИТЕЛЬ:

“Bruker BioSpin GmbH»  
Germany, Rheinstetten, D-76287, Silberstreifen  
Телефон: 49-721-5161-0  
Факс: 49-721-5171-01

### ПРЕДСТАВИТЕЛЬ:

ООО «Брукер»  
Москва, 119991, Ленинский проспект, 47, ИОХ РАН им. Зелинского  
Телефон: 8-495-502-90-06  
Факс: 8-495-502-90-07

Главный метролог  
ОАО ФНТЦ «Инверсия»



Н.В.Ильина

Заместитель генерального директора,  
Руководитель подразделения  
ООО «Брукер»



М.И.Даштиев