

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Спектрометры комбинационного рассеяния моделей DXR2 SmartRaman, DXR2 Raman Microscope, DXR2xi Raman Imaging Microscope и iXR Raman

### Назначение средства измерений

Спектрометры комбинационного рассеяния моделей DXR2 SmartRaman, DXR2 Raman Microscope, DXR2xi Raman Imaging Microscope и iXR Raman предназначены для измерений содержания различных органических и неорганических веществ в твердых и жидких образцах, продуктах питания, почвах и т.д. по спектрам комбинационного рассеяния в соответствии с аттестованными и стандартизованными методами (методиками).

### Описание средства измерений

Принцип действия прибора основан на том, что при освещении образца монохроматическим излучением в спектре рассеянного излучения появляются частоты, смещенные относительно возбуждающей линии. Этот дополнительный спектр соответствует колебательно-вращательным переходам в молекулах исследуемого вещества и называются спектром комбинационного рассеяния (КР) или Рамановским спектром.

Конструктивно прибор состоит из источника излучения, осветителя, фильтра для ослабления рэлеевского рассеяния, монохроматора с дифракционной решеткой (спектрограф Triplet, не содержащий подвижных деталей), детектора сигнала (термоэлектрически охлаждаемой матрицы CCD или EMCCD) и электронного блока, объединенных в едином корпусе. При смене источника излучения меняются также решетка и фильтр, причем все элементы, а также их серийные номера и установочные параметры автоматически распознаются электронным блоком и программно проверяются на взаимную совместимость (концепция Smart-компонентов), при этом все приборы DXR2 и iXR используют одни и те же сменные компоненты. Мощность возбуждающего лазера (мощность на пробе) регулируется с шагом 0.1 мВт, причем в процессе эксплуатации осуществляется непрерывный автоматический контроль мощности лазера с целью стабилизации мощности возбуждения на пробе. Для достижения наилучших результатов применена система автоматической оптимизации параметров спектрометра.

По заказам прибор оснащается широким набором дополнительных устройств и принадлежностей, таких как поляризаторы, разнообразные приставки для измерения микро- и макро-проб, приставками для исследования полупроводниковых изделий и т.д. Возможна комплектация прибора источниками монохроматического излучения (лазерами) высокой яркости или высокой мощности, с различными длинами волн, перечисленными ниже в перечне метрологических и технических характеристик, а также и другими, по специальному заказу. Для каждого лазера возможна комплектация решетками, обеспечивающими различные спектральное разрешение и спектральный диапазон.

Для анализа массивных и/или удаленных объектов приборы могут снабжаться устройством сопряжения с волоконно-оптическим датчиком.

Модель DXR2 Raman Microscope укомплектована микроосветителем на базе оптического микроскопа со сменной турелью на 5 объективов и предназначена для исследования микрообразцов и микровключений от 1 мкм или менее, имеет ручной или моторизованный столик предметный столик с пространственным разрешением 0,1 мкм или 1 мкм. Наблюдение за пробой и выбор объекта исследования проводится с помощью окуляров микроскопа и/или видеокамеры, передающей изображение в управляющую программу OMNIC/ Кюветное отделение прибора снабжено датчиками открывания для автоматической блокировки лазерного луча (класс безопасности I). Путем последовательной регистрации спектра в различных точках пробы при перемещении автоматического предметного столика возможна визуализация пробы по спектрам КР (построение спектральной карты пробы). Конфокальный режим работы позволяет программному обеспечению спектрометра строить спектральную карту распределения компонентов исследуемой пробы по ее глубине с шагом 1 мкм или более. Прибор имеет развитую систему автоматики и позволяет автоматически проводить коррекцию темнового тока детектора, флуоресцентного фона, устанавливать экспозицию, требуемую для достижения заданного отношения сигнал-шум, фокусировать лазер на образце. Для оперативной настройки и калибровки под контролем программного обеспечения прибор снабжен автоматическим устройством, содержащим неоновую лампу, калиброванную лампу белого света и пластинку из полистирола. Для анализа макрообразцов и растворов в стандартных кюветах прибор может быть укомплектован специальным адаптером.

Модель DXR2xi Raman Imaging Microscope также имеет микроосветитель и конструктивно аналогична предыдущей. В отличие от нее имеет быстродействующую матрицу EMCCD и столик с магнитоэлектрическим приводом и оптическими энкодерами положения, что позволяет регистрировать спектры со скоростью более 500 спектров в секунду и минимальным шагом в плоскости столика 100 нм. Модель предназначена прежде всего для построения спектральной карты исследуемой поверхности, при этом возможен и конфокальный режим с шагом по оси Z равным 200 нм.

Модель DXR2 SmartRaman предназначена для исследования макрообразцов, порошков, таблеток, твердых проб и жидкостей. Для усреднения спектра по объему (площади) пробы имеется система динамического сканирования площадки до 5×5 мм (VDPS).

Модель iXR Raman предназначена прежде всего для сопряжения с другими методами исследования (электронными микроскопами, атомно-силовыми микроскопами и т.д.) с целью получения более полной информации об исследуемом объекте без переноса его между различными приборами.

По специальному заказу спектрометры дополнительно комплектуются библиотеками спектров широкого класса веществ, что позволяет проводить идентификацию исследуемых образцов.

Общий вид спектрометров и место нанесения знака поверки приведены на рисунках 1, 2, 3 и 4.



Рисунок 1 – Общий вид спектрометра DXR2 Raman Microscope



Рисунок 2 – Общий вид спектрометра DXR2xi Raman Imaging Microscope



Рисунок 3 – Общий вид спектрометра DXR2 SmartRaman



Рисунок 4 – Общий вид спектрометра iXR Raman

## Программное обеспечение

Спектрометры оснащены автономным ПО, которое управляет его работой и отображает, обрабатывает и хранит полученные данные. Для моделей DXR2 Raman Microscope, DXR2 SmartRaman, iXR Raman используется ПО OMNIC. Для модели DXR2xi Raman Imaging Microscope используется ПО OMNICxi.

К метрологически значимой части ПО OMNIC относится файл omvrm32.exe; к метрологически значимой части ПО OMNICxi относится файл omnicxi.exe.

Метрологически значимая часть ПО выполняет следующие функции:

- регистрация сигнала детектора;
- создание и хранение файлов методов измерений;
- получение спектра КР в частотной шкале из сигнала детектора;
- управление процедурой измерений;
- создание отчетов по результатам измерений;
- хранение и экспорт полученных данных.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний» по Р 50.2.077-2014. Влияние ПО на метрологические характеристики учтено при их нормировании.

Таблица 1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационное наименование ПО	OMNIC	OMNICxi
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже 9.2.98	Не ниже 1.2.0
Цифровой идентификатор ПО	0A3AC8C0FA0D9708E6D70EC76A5B2C5D (для версии 9.2.98; файл omvrm32.exe расчет по алгоритму MD5)	486B2032B59C7A406602232E0501DD10 (для версии 1.2.0; файл omnicxi.exe расчет по алгоритму MD5)

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование параметра	Значение
Длины волн возбуждающего лазера, нм	785, 633, 532, 455
Спектральный диапазон, см <sup>-1</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>- с решеткой низкого разрешения для 455, 532, 633 нм</li> <li>- с решеткой низкого разрешения для 785 нм</li> <li>- с обзорной решеткой для 532 нм</li> <li>- с решеткой высокого разрешения для 532, 633, 785 нм</li> </ul>	От 3500 до 50 От 3200 до 50 От 6000 до 50 От 1800 до 50
Спектральная дисперсия, см <sup>-1</sup> /пиксель, не более: <ul style="list-style-type: none"> <li>- с решеткой высокого разрешения</li> <li>- с решеткой низкого разрешения</li> <li>- обзорной решеткой</li> </ul>	1,0 2,0 4,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности шкалы волновых чисел (с решеткой низкого разрешения), см <sup>-1</sup>	±2,0
Отношение сигнал/шум, не менее: DXR2 Raman Microscope <ul style="list-style-type: none"> <li>- с лазером 532 нм</li> <li>- с лазером 785 нм</li> </ul>	3000 750

Наименование параметра	Значение
DXR2 SmartRaman, iXR Raman	
- с лазером 532 нм	1500
- с лазером 785 нм	325
DXR2xi Raman Imaging Microscope	
- с лазером 532 нм	150
- с лазером 785 нм	40
Относительное СКО выходного сигнала, %, не более:	
-для всех моделей , кроме DXR2xi Raman Imaging Microscope	4,0
-для модели DXR2xi Raman Imaging Microscope	10,0

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Параметры электрического питания:	
- напряжение, В	220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub>
- частота, Гц	50±1
Потребляемая мощность, В·А, не более	800
Габаритные размеры (Д´Ш´В), мм, не более:	
- модель DXR2 SmartRaman	560´ 940´ 440
-модели DXR2 Raman Microscope, DXR2xi Raman Imaging Microscope	680´ 940´ 610
- модель iXR Raman	440´ 290´ 370
Масса, кг, не более	
- модель DXR2 SmartRaman	53
- модель DXR2 Raman Microscope	67
- модель DXR2xi Raman Imaging Microscope	86
- модель iXR Raman	25
Средний срок службы, лет	8
Наработка на отказ, ч, не менее	5000
Условия эксплуатации:	
-диапазон температур окружающего воздуха, °С	от +16 до +27
-диапазон относительной влажности воздуха, %, не более	80
- диапазон атмосферного давления, кПа	от 84 до 106

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист Руководства по эксплуатации методом компьютерной графики и на лицевую панель корпуса спектрометра в виде наклейки.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность спектрометров

Наименование	Обозначение	Количество
Спектрометр	-	1
Компьютер	-	1
Руководство по эксплуатации	-	1
Методика поверки	МП-242- 2147 -2017	1

## **Поверка**

осуществляется по документу МП-242-2147-2017 «Спектрометры комбинационного рассеяния моделей DXR2 SmartRaman, DXR2 Raman Microscope, DXR2xi Raman Imaging Microscope и iXR Raman», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» 10.10.2017 г.

Основные средства поверки:

стандартный образец состава толуола ГСО 7814-2000, полистирол марки ПСМ-111 (в гранулах) по ГОСТ 20282-86.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на лицевую панель спектрометра, как показано на рис. 1-4 и (или) на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках(методах) измерений**  
приведены в эксплуатационном документе

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к спектрометрам комбинационного рассеяния моделей DXR2 SmartRaman, DXR2 Raman Microscope, DXR2xi Raman Imaging Microscope и iXR Raman**

Техническая документация корпорации «Thermo Fisher Scientific», США

## **Изготовитель**

Корпорация «Thermo Fisher Scientific», США

Адрес: 5225 Verona Road, Madison, WI 53711-4495, USA

Тел.: (608) 276-6100. Факс: (608) 273-5046

## **Заявитель**

Московское представительство ИНТЕРТЕК ТРЕЙДИНГ КОРПОРЕЙШН (США)  
ИНН 9909004658

Адрес: 119333, г. Москва, Ленинский проспект, д. 55/1, стр. 2

Юридический адрес: 107078. Москва, ул. Новая Басманная, д.20, корп. 2

Тел./факс: (495) 232-42-25

## **Испытательный центр**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»

Адрес: 190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

Телефон: (812) 251-76-01, факс (812) 713-01-14

Web-сайт: <http://www.vniim.ru>

E-mail: [info@vniim.ru](mailto:info@vniim.ru)

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.311541 от 23.03.2016 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.