

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb и Quantulus

Назначение средства измерений

Радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb и Quantulus (далее по тексту – радиометры) предназначены для измерений активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах, представляющих смесь исследуемого раствора и жидкого сцинтиллятора.

Описание средства измерений

Принцип действия радиометра основан на полном поглощении энергии ионизирующей частицы в жидком сцинтилляторе, высвечивании данной энергии в виде световой вспышки, преобразовании энергии этой вспышки в электрический импульс и накоплении информации в виде спектра, представляющего собой зависимость числа зарегистрированных импульсов от энергии вызвавшей их частицы.

Световая вспышка в сцинтилляторе приводит к возникновению импульсов на выходе фотоэлектронных умножителей (ФЭУ). Эти импульсы поступают на схему совпадений и на схему суммирования; импульс на выходе схемы суммирования стробируется импульсом с выхода схемы совпадений и поступает на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) и схему селекции. Результаты селекции и оцифровки импульса сохраняются в памяти прибора и анализируются ПЭВМ. Система выполняет расчет поправок и определяет число импульсов в минуту (СРМ) для каждого образца. Для расчета числа распадов в минуту (DPM) прибор определяет счетную эффективность каждого образца и, используя кривую гашения, вычисляет показатели гашения образцов относительно стандартов гашения.

Радиометры выпускаются в двух модификациях:

- Tri-Carb XXXXXX (где XXXXXX – 4810TR, 4910TR, и 5110TR включает цифровые и буквенные индексы производителя, связанные с конструкцией прибора и его функциональными возможностями, не влияющие на метрологические характеристики радиометра);

- Quantulus YYYYYYYY (где YYYYYYYY – GCT 6220 включает цифровые и буквенные индексы производителя, связанные с конструкцией прибора и его функциональными возможностями, не влияющие на метрологические характеристики радиометра).

Радиометр представляет собой моноблок, включающий встроенный персональный компьютер с подключаемыми внешним монитором, клавиатурой и принтером. При необходимости, основной блок может быть соединен с внешней дополнительной ПЭВМ через USB-порт или локальную сеть Ethernet. В комплект поставки радиометра входит набор негашеных стандартов (^3H , ^{14}C , Фон), по которым проводится ежедневное самотестирование и настройка прибора.

Моноблок радиометра модификации Tri-Carb XXXXXX включает в себя:

- измерительный блок, включающий два ФЭУ с автоматической стабилизацией коэффициента усиления, соединенных со светонепроницаемой отражающей оптической камерой;

- систему совпадений, предназначенную для предварительной селекции импульсов;

- систему селекции импульсов по заднему фронту, позволяющую разделять импульсы от световых вспышек, вызванных прохождением альфа-частиц, от таковых, вызванных прохождением бета-частиц;

- пассивную защиту от внешнего фона;

- многопараметрический АЦП;

- автоматическое устройство, предназначенное для перемещения кассет со счетными образцами, позиционирования образцов и загрузки/выгрузки их в счетную камеру. Кассетный реверсивный конвейерный механизм рассчитан на загрузку 408 стандартных флаконов объемом 20 мл или 720 малых флаконов по 4 или 7 мл в зависимости от заказанной конфигурации;

- источник гамма-излучения (низкоэнергетический внешний стандарт) для коррекции спектров по уровням гашения;

- систему анализа измеренных спектров и систему обработки данных, установленные на встроенный компьютер с операционной системой Windows.

Основной блок радиометра модификации Quantulus YYYYYYY дополнительно включает:

- активную защиту от внешнего фона на основе кристалла BGO, окружающего измерительную камеру, импульсы с которого, инициируемые взаимодействием фонового излучения с веществом кристалла, регистрируются ФЭУ и используются в режиме антисовпадений с целью исключения таких событий из общего счёта;

- технологию компенсации защиты (GCT), которая определяет количество фоновых импульсов, прошедших через защиту BGO, и использует эту информацию для снижения (в реальном времени) фоновых отсчетов при измерении счетного образца.

Радиометры поддерживают несколько режимов измерения (доступность режимов в стандартной комплектации или опционально в зависимости от модели радиометра):

- Обычный режим измерений (Normal Count Mode). Является стандартным для всех моделей радиометров Tri-Carb и Quantulus. Рекомендуется для измерения счетных образцов со скоростью счета выше 500 имп/мин;

- Режим измерений с высокой чувствительностью (High Sensitivity Count Mode). Предназначен для образцов с низкой активностью и снижает фон более чем на 20% по сравнению с обычным режимом измерения (Normal Count Mode). Рекомендуется для измерения счетных образцов со скоростью счета от 50 до 500 имп/мин;

- Режим ультранизкого уровня счета (Ultra Low Level Count Mode). Снижает фон более чем на 40% по сравнению с обычным режимом измерения (Normal Count Mode). Рекомендуется для измерения счетных образцов со скоростью счета менее 50 имп/мин;

- Супернизкоуровневый режим измерений (Super Low Level Count Mode). Данный режим измерений входит в стандартную комплектацию моделей Quantulus YYYYYYY. Позволяет снизить фон более чем на 50% по сравнению с обычным режимом измерений данного радиометра за счет активной защиты от фона. Показатель качества (FOM) радиометра ($\text{Figure of Merit} = \frac{\text{Эффективность}^2}{\text{Фон}} (E^2/B)$) в этом режиме составляет 880 для ^3H и 6000 для ^{14}C . Рекомендуется для образцов с чрезвычайно низкой активностью при радиоуглеродном датировании, экологических исследованиях ^3H и т.п.

Функция разделения альфа/бета-излучения (альфа-бета разделение) дает возможность расчета суммарной скорости счета отдельно для альфа- и бета-излучающих радионуклидов в смешанном образце; результаты выводятся в виде имп/мин для альфа- и для бета-излучателей (СРМа и СРМб). Для разделения альфа- и бета-событий используется анализ формы и длительности импульса. Определение парциальных скоростей счета отдельных альфа- и бета-излучающих нуклидов не производится.

Пломбирование радиометров Tri-Carb не предусмотрено.

Общий вид радиометров Tri-Carb показан на рисунке 1.



Рисунок 1 - Общий вид радиометров альфа-бета-излучения спектрометрических Tri-Carb и Quantulus.

Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) радиометров является встроенным и состоит из ПО, размещаемого в энергонезависимой части памяти микропроцессорного контроллера, и предустановленного на встроенный компьютер программного обеспечения QuantaSmart.

QuantaSmart – интерфейсное ПО для серии жидкостных сцинтилляционных анализаторов Tri-Carb и Quantulus, работающее по управлению операционной системы Windows. Данный инструмент позволяет пользователям получать доступ ко всем функциям прибора через главное окно программы с помощью стандартных приемов работы в среде Windows и обеспечивает простой доступ ко всем возможностям системы.

Разделение ПО с выделением метрологически значимой части не предусмотрено.

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.

В соответствии с Р 50.2.077-2014 уровень защиты ПО радиометра от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО радиометров Tri-Carb и Quantulus

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
	Идентификационное наименование ПО	Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00.16 ¹⁾	5.2 ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО (по MD5)	недоступен	392500C17D0383919111EE F0EEA44561 ²⁾
¹⁾ Номер версии не ниже указанного в таблице ²⁾ Контрольная сумма файла относится к указанной в таблице версии программного обеспечения		

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики радиометров

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений активности бета-излучающих радионуклидов*, Бк Tri-Carb XXXXXX Quantulus YYYYYYY	от 0,5 до 100000 от 0,35 до 100000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения активности бета-излучающих радионуклидов, %	±10
Диапазон измерений активности альфа-излучающих радионуклидов*, Бк Tri-Carb XXXXXX Quantulus YYYYYYY	от 0,25 до 50000 от 0,15 до 50000
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения активности альфа-излучающих радионуклидов, %	±10
<p>*) Нижние пределы диапазонов измерений приведены для нормального режима измерений (NCM) при времени измерения 1 час и допускаемой погрешности измерения 10 %. Для другого времени измерения и допускаемой погрешности значение нижнего предела диапазона измерений (НПДИ) определяется по формуле:</p> $НПДИ(T, d) = НПДИ(1,10) \times \frac{10}{d \times \sqrt{T}},$ <p>где T – время измерения, ч; d – погрешность, %.</p>	

Таблица 3 – Основные технические характеристики радиометров

Наименование характеристики	Значение
Нестабильность скорости счета за 24 часа непрерывной работы, %, не более	0,20
Эффективность в нормальном режиме измерений (NCM) по негашеному стандарту, %, не менее:	
^3H (в интервале энергий от 0 до 18,6 кэВ)	60
^{14}C (в интервале энергий от 0 до 156 кэВ)	95
Показатель качества (FOM) в нормальном режиме измерений (NCM):	
Tri-Carb XXXXXX;	
^3H (в интервале энергий от 1 до 18,6 кэВ)	180
^{14}C (в интервале энергий от 4 до 156 кэВ)	380
Quantulus YYYYYYY	
^3H (в интервале энергий от 1 до 18,6 кэВ)	400
^{14}C (в интервале энергий от 4 до 156 кэВ)	1000
Питание от сети переменного тока:	
напряжением, В	230 ⁺²³ ₋₃₅
частотой, Гц	50±1
Потребляемая мощность, В·А, не более:	
моноблок	125
охладитель	500
Габаритные размеры (моноблок), мм, не более:	
длина	1030
ширина	820
высота	480
Масса защитой и охладителем, кг, не более	240
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +35
- относительная влажность воздуха, %	от 30 до 85
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Средний срок службы, лет	10
Средняя наработка на отказ, ч	20000

Знак утверждения типа

наносится методом компьютерной графики на лицевую панель корпуса радиометра и на титульный лист Руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплект поставки радиометров Tri-Carb и Quantulus

Наименование	Обозначение	Количество
Радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb (Quantulus) ¹⁾ в составе:	4810TR, 4910TR, 5110TR, Quantulus GCT 6220	1
- моноблок Tri-Carb (Quantulus)	-	1
- внешний монитор	-	1
- внешняя клавиатура	-	1
- съёмный несущий рычаг-подставка для внешнего монитора и внешней клавиатуры	-	1
- комплект приспособлений: держатели образцов, идентификационные «флаги»	-	1
- кабель питания радиометра	-	1
- кабель питания монитора	-	1
- внешняя клавиатура	-	1
- USB кабель клавиатуры	-	1
- холодильная установка ²⁾	Кат.№7601470	1
- кабель питания радиометра холодильной установки ²⁾	-	1
Набор негашеных стандартов (³ H, ¹⁴ C, Фон)	Кат. № 6008500 Кат.№ 6018914	2
Стартовый набор: сцинтиллятор; флаконы 20,0 мл и 7,0 мл ³⁾	-	1
Тележка ²⁾	Кат. № 5086347	1
Радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb и Quantulus. Руководство по эксплуатации	-	1
Методика поверки	МП 2101-002-2019	1
¹⁾ Модель радиометра согласуется при заказе. ²⁾ Поставка согласуется при заказе. ³⁾ Состав стартового набора согласуется при заказе.		

Поверка

осуществляется по документу МП 2101-002-2019 «ГСИ. Радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb и Quantulus. Методика поверки», утверждённому ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 29 июля 2019 г.

Основные средства поверки:

- рабочие эталоны 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 – растворы радионуклидов ³H, ¹⁴C, ²³⁹Pu (²⁴¹Am), с удельной активностью от 5·10¹ Бк/г до 5·10² Бк/г, погрешность не более 6 %;
- рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.033-96 – радиометр жидкостной сцинтилляционный спектрометрический SL-300 (регистрационный номер 41666-09), с диапазоном измерений активности в счетном образце от 1·10² до 1·10⁴ Бк, погрешность не более 7 %;
- весы электронные АЕ 240 (регистрационный номер 12191-90).

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

Знак поверки (оттиск поверительного клейма) наносится на свидетельство о поверке.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе, при использовании в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений радиометры применяются в соответствии с аттестованными методиками (методами) измерений

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к радиометрам альфа-бета-излучения спектрометрическим Tri-Carb и Quantulus

ГОСТ 4.59-79 Система показателей качества продукции. Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей

ГОСТ 27451-87 Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия

ГОСТ 23923-89 Средства измерений удельной активности радионуклидов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 8.033-96 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений активности радионуклидов, потока и плотности потока альфа-, бета-частиц и фотонов радионуклидных источников

Техническая документация изготовителя

Изготовитель

Компания «PerkinElmer, Inc.», США

Адрес: 940 Winter Street Waltham, MA 02451, USA

Телефон: 781-663-6900

Завод-изготовитель:

Компания «PerkinElmer Singapore Pte Ltd.», Сингапур

Адрес: 28 Ayer Rajah Crescent, #04-01/08, Singapore 139959

Телефон: (65) 6868 1688

Факс: (65) 6779 6567

Заявитель

Акционерное общество «ПРИБОРЫ» (АО «ПРИБОРЫ»)

ИНН 7724046323

Юридический адрес: 115304, г. Москва, ул. Кантемировская, д. 3, корп. 3

Адрес: 109028, г. Москва, Певческий пер., д. 4, стр. 1

Телефон: (495) 937-45-94

Факс: (495) 937-45-92

E-mail: info@pribori.com

Испытательный центр

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

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

Телефон: (812) 251-76-01

Факс: (812) 713-01-14

Web-сайт: www.vniim.ru

E-mail: info@vniim.ru

Регистрационный номер RA.RU.311541 в Реестре аккредитованных лиц в области обеспечения единства измерений Росаккредитации.

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2019 г.