

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ДЛЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕЕСТРА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор БелГИМ

В.Л. Гуревич

" 27 " 02 2020

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

Внесены в Государственный реестр средств
измерений Республики Беларусь
Регистрационный номер № РБ 03 27 7453 20

Выпускают по технической документации фирмы «PerkinElmer, Inc.», Соединенные Штаты Америки (изготовитель – фирма «PerkinElmer Singapore Pte Ltd.», Сингапур).

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

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

Область применения – только на Государственном предприятии «Белорусская АЭС».

ОПИСАНИЕ

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 (далее – ФЭУ). Эти импульсы поступают на схему совпадений и на схему суммирования; импульс на выходе схемы суммирования строится импульсом с выхода схемы совпадений и поступает на аналого-цифровой преобразователь (далее – АЦП) и схему селекции. Результаты селекции и оцифровки импульса сохраняются в памяти радиометра и анализируются ПЭВМ. Система выполняет расчет поправок и определяет число импульсов в минуту (СРМ) для каждого образца. Для расчета числа распадов в минуту (DPM) радиометр определяет счетную эффективность каждого образца и, используя кривую гашения, вычисляет показатели гашения образцов относительно стандартов гашения.

Радиометры выпускаются двух модификаций: Tri-Carb XXXXXX (где XXXXXX – 4810TR, 4910TR, и 5110TR включает цифровые и буквенные индексы производителя, связанные с конструкцией радиометра и его функциональными возможностями, не влияющими на метрологические характеристики радиометра) и Quantulus YYYYYYY (где YYYYYYY – GCT 6220 включает цифровые и буквенные индексы производителя, связанные с конструкцией радиометра и его функциональными возможностями, не влияющие на метрологические характеристики радиометра).

Лист 1 из 6



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 (3Н, 14С, Фон), по которым проводится ежедневное самотестирование и настройка радиометра.

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 зависит от модификации радиометра):

- обычный режим измерений (Normal Count Mode). Является стандартным для всех модификаций 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 модификаций 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 (Figure of Merit) $FOM = \frac{\text{Эффективность}^2}{\text{Фон}} (E^2/B)$ 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 (CPMa и CPMb). 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 не предусмотрено.

Внешний вид радиометров представлен на рисунке 1.

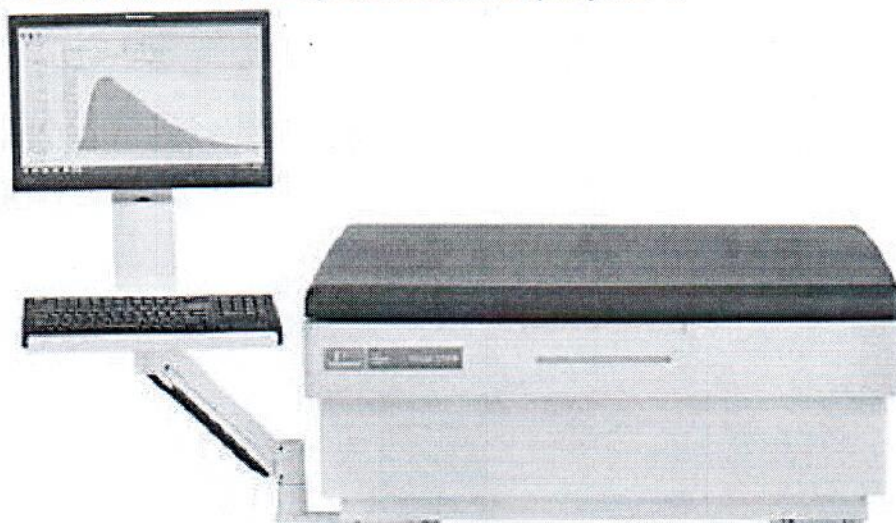


Рис. 1 – Радиометр альфа-бета-излучения спектрометрический Tri-Carb и Quantulus

Программное обеспечение (далее – 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 под управлением операционной системы Windows. Данный инструмент позволяет пользователям получать доступ ко всем функциям радиометра 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.

Уровень защиты ПО радиометра от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний».

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значения	
Идентификационное наименование ПО	Firmware	QuantaSmart (файл TriCarb.exe)
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00.16*	5.2*
Цифровой идентификатор ПО (по MD5)	недоступен	392500C17D0383919111EEF0EEA44561**
Примечания: * Номер версии ПО не ниже приведенного в таблице. ** Контрольная сумма файла относится к приведенной в таблице версии ПО.		

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные метрологические и технические характеристики радиометров приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
1	2
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 радиометра при измерении 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 радиометра при измерении активности альфа-излучающих радионуклидов, %	±10
Нестабильность скорости счета за 24 часа непрерывной работы, %, не более	0,20
Эффективность в нормальном режиме измерений (NCM) по негашеному стандарту, %, не менее: - ³ H (в интервале энергий от 0 до 18,6 кэВ) - ¹⁴ C (в интервале энергий от 0 до 156 кэВ)	60 95
Показатель качества (FOM) в нормальном режиме измерений (NCM): - Tri-Carb XXXXXX: а) ³ H (в интервале энергий от 1 до 18,6 кэВ) б) ¹⁴ C (в интервале энергий от 4 до 156 кэВ) - Quantulus YYYYYYY: а) ³ H (в интервале энергий от 1 до 18,6 кэВ) б) ¹⁴ C (в интервале энергий от 4 до 156 кэВ)	180 380 400 1000
Питание от сети переменного тока: - напряжение, В - частота, Гц	230 ⁺²³ ₋₃₅ 50±1
Потребляемая мощность, В·А, не более: - моноблок - охладитель	125 500
Габаритные размеры моноблока (длина x ширина x высота), мм, не более	1030x820x480
Масса с защитой и охладителем, кг, не более	240
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °C - относительная влажность воздуха, % - атмосферное давление, кПа	от 15 до 35 от 30 до 85 от 84,0 до 106,7



Окончание таблицы 2

1	2
Средний срок службы, лет	10
Средняя наработка на отказ, ч	20000
Примечание: * нижние пределы диапазонов измерений приведены для нормального режима измерений (NCM) при времени измерения 1 ч и допускаемой погрешности измерения 10 %. Для другого времени измерения и допускаемой погрешности значение нижнего предела диапазона измерений (НПДИ) определяется по формуле: $\text{НДПИ}(T, \delta) = \text{НДПИ}(1, 10) \cdot \frac{10}{\delta \cdot \sqrt{T}}$ где T – время измерения, ч; δ – погрешность, %.	

ЗНАК УТВЕРЖДЕНИЯ ТИПА

Знак утверждения типа Республики Беларусь наносится типографским способом на титульный лист эксплуатационной документации.

КОМПЛЕКТНОСТЬ

Комплектность поставки радиометров приведена в таблице 3.

Таблица 3

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



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиометры альфа-бета-излучения спектрометрические Tri-Carb и Quantulus соответствуют требованиям технической документации фирмы «PerkinElmer, Inc.», Соединенные Штаты Америки (изготовитель – фирма «PerkinElmer Singapore Pte Ltd.», Сингапур).

Поверку в Республике Беларусь проводить по документу МП 2101-002-2019, утвержденному в 2019 году.

Межповерочный интервал – не более 12 месяцев.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

Фирма «PerkinElmer, Inc.», Соединенные Штаты Америки
Адрес: 940 Winter Street Waltham, MA 02451, USA
Тел.: 781-663-6900

Фирма «PerkinElmer Singapore Pte Ltd.», Сингапур
Адрес: 28 Ayer Rajah Crescent, #04-01/08, Singapore 139959
Тел.: (65) 6868-1688
Факс: (65) 6779-6567

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

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

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

Тел.: (812) 251-76-01

Факс: (812) 713-01-14

Email: info@vniim.ru

Веб-сайт: www.vniim.ru

Начальник научно-исследовательского отдела
законодательной и теоретической метрологии,
научно-технических программ

М.В. Шабанов

