

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Системы дозиметрические Landauer microStar

#### Назначение средства измерений

Системы дозиметрические Landauer microStar предназначены для измерения индивидуальных эквивалентов дозы  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$  в полях фотонного, бета- и нейтронного излучений.

#### Описание средства измерений

Принцип действия систем дозиметрических Landauer microStar (далее системы microStar) основан на применении технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ), когда аккумулированная в веществе детектора энергия ионизирующего излучения преобразуется в энергию светового потока (люминесценцию) под действием специального источника света.

Система microStar состоит из следующих компонентов:

- считывающее устройство microStar (считыватель microStar);
- индивидуальные дозиметры типов InLight+GA, InLight+BA и InLight nanoDot;
- устройство для обнуления (оптического отжига) дозиметров;
- сканер штрих-кода;
- персональный компьютер (ПК) с установленным программным обеспечением (ПО).

В качестве детектора ионизирующего излучения в индивидуальных дозиметрах применяется оксид алюминия ( $Al_2O_3:C$ ). Система microStar обеспечивает снятие показаний индивидуальных дозиметров с помощью считывающего устройства microStar и ПО, установленного на ПК. Считывание показаний осуществляется путем оптического возбуждения детектора с помощью светоизлучающих диодов и регистрации его оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) фотоэлектронным умножителем. Интенсивность ОСЛ пропорциональна величине накопленной детектором дозы и интенсивности возбуждающего света. По известной интенсивности оптического возбуждения в ПО автоматически производится расчет значений индивидуальных эквивалентов дозы  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$ .

С помощью USB-кабеля считывающее устройство microStar и сканер штрих-кода соединяются с ПК, на котором установлено ПО microStar, обеспечивающее управление процессом измерений, запись и анализ данных, а также управление базой данных. На передней панели считывающего устройства microStar находятся поворотный переключатель режимов измерений и два световых индикатора, которые обеспечивают управление работой считывателя и контроль его работы.

Система microStar обеспечивает измерение:

- индивидуального эквивалента дозы  $H_p(10)$  в полях фотонного излучения (с дозиметрами типа InLight+GA и InLight+BA);
- индивидуального эквивалента дозы  $H_p(0,07)$  в полях фотонного излучения (с дозиметрами типа InLight+GA, InLight+BA и InLight nanoDot);
- индивидуального эквивалента дозы  $H_p(0,07)$  в полях бета-излучения (с дозиметрами типа InLight+GA);
- индивидуального эквивалента дозы  $H_p(10)$  в полях нейтронного излучения (с дозиметрами типа InLight+BA).

Индивидуальные дозиметры типа InLight+GA для измерений в полях фотонного и бета-излучений и индивидуальные дозиметры типа InLight+BA в полях фотонного и нейтронного излучений состоят из 4 элементов, упакованных в пластиковый корпус. Каждый элемент представляет собой диск из оксида алюминия ( $Al_2O_3:C$ ) диаметром 4 мм, закрытый фильтром из определенного материала заданной толщины. Один из элементов дозиметров типа InLight+BA обладает чувствительностью к тепловым нейтронам.

Индивидуальные дозиметры типа InLight+GA и InLight+BA помещаются в пластиковые держатели, которые крепятся на одежду на груди пользователя.

На наклейке на корпусе дозиметров типа InLight+GA и InLight+BA нанесен серийный номер индивидуального дозиметра и соответствующий ему штрих-код. Этот номер должен быть введен в соответствующее поле ПО до начала считывания дозиметра либо вручную, либо с помощью сканера штрих-кода.

Индивидуальные дозиметры типа InLight nanoDot состоят из одного элемента, диска из оксида алюминия ( $Al_2O_3:C$ ), в пластиковом корпусе. Эти дозиметры предназначены для измерений индивидуального эквивалента дозы  $H_p(0,07)$  в медицинских полях фотонного излучения и, при соответствующей калибровке, могут применяться как в диагностической радиологии, так и в лучевой терапии.

Индивидуальные дозиметры типа InLight nanoDot непосредственно помещаются в точку проведения измерений (на тело пациента или на фантом).

На наклейке на корпусе дозиметров типа InLight nanoDot нанесен серийный номер индивидуального дозиметра и соответствующий ему QR-код. Этот номер должен быть введен в соответствующее поле ПО до начала считывания дозиметра либо вручную, либо с помощью сканера штрих-кода.

Индивидуальные дозиметры на основе ОСЛ допускают повторное считывание (при каждом последующем считывании теряется менее 0,5 % накопленной информации).

Считывающее устройство microStar является компактным и может быть использоваться как стационарно на объекте, так и в полевых условиях.

Диагностика состояния системы microStar включает в себя следующие процедуры контроля качества: определение контрольных показаний считывающего устройства microStar для контроля его функционирования, калибровку считывающего устройства для определения параметров измерений, а также снятие показаний индивидуальных дозиметров контроля качества для контроля стабильности калибровки считывателя. Все данные, связанные с калибровкой считывающего устройства microStar, хранятся в ПО системы microStar.

Индивидуальные дозиметры типа InLight+GA, InLight+BA и InLight nanoDot могут быть использованы повторно. Обнуление индивидуальных дозиметров производится с помощью устройства для оптического отжига дозиметров путем засветки интенсивным потоком света всех элементов дозиметров в течение заданного времени.

Общий вид системы microStar представлен на рисунке 1.

Пломбирование системы microStar не предусмотрено.



Считывающее устройство microStar



Индивидуальные дозиметры типа InLight+GA, InLight+BA



Индивидуальные дозиметры типа InLight nanoDot



Устройство для обнуления (оптического отжига) дозиметров PA-2.0

Рисунок 1 - Общий вид системы дозиметрической Landauer microStar

### Программное обеспечение

ПО системы microStar включает встроенное ПО считывающего устройства microStar и внешнее ПО, которое установлено на ПК.

К встроенному ПО у пользователя нет доступа. Оно полностью закрыто и защищено от стороннего вмешательства и не является метрологически значимым.

Внешнее ПО является метрологически значимым и выполняет функции управления считыванием показаний индивидуальных дозиметров, расчета доз, отображения результатов измерений индивидуальных дозиметров, а также управления настройками системы microStar (калибровками считывателя, поправочными коэффициентами и т.п.).

Внешнее ПО microStar построено на использовании меню с вкладками, предназначенными для выполнения следующих функций:

- Считывание - считывание показаний индивидуальных дозиметров и определение контрольных показаний считывающего устройства microStar.
- Калибровка - калибровка считывающего устройства microStar.
- Работник - работа с записями о работнике (создание, редактирование и удаление) и закрепление записей за определенным индивидуальным дозиметром.
- Импорт/Экспорт - импорт данных, связанных с индивидуальными дозиметрами, и экспорт данных с отчетами.
- Тест. оборудов. - тестирование оборудования и диагностика.
- Операции с данными - управление базами данных.
- Расчет поправочного коэффициента на чувствительность - расчет и ввод коэффициентов, определяемых пользователем, для дозиметров типа InLight nanoDot.
- Поправочные коэффициенты - расчет и ввод поправочных коэффициентов, определяемых пользователем, для дозиметров InLight+BA.
- Пользов./Админ. (пользователь/администратор) - разграничение прав доступа в систему.
- Конфигурация - конфигурация экранных заставок и базы данных.
- О проекте - описание проекта.

Доступ к различным функциям определяется уровнем доступа в систему, присвоенным пользователю.

В ПО системы microStar защита от непреднамеренных и преднамеренных изменений и измеренных данных осуществляется: автоматическим контролем целостности ПО, выдачей сообщений об ошибках, а также разграничением прав доступа к различным функциям ПО с помощью паролей.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО системы microStar

Идентификационные данные (признаки)	Значения
Идентификационное наименование ПО	microStar
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0.11.5 <sup>1)</sup>
Цифровой идентификатор ПО	CC781AE0B237DE0D4F428AE5C5C57C48 <sup>2)</sup>
Алгоритм вычисления контрольной суммы исполняемого кода	MD5
Примечание:	1) Номер версии не ниже указанного в таблице. 2) Цифровой идентификатор ПО соответствует текущему номеру версии.

Влияние ПО учтено при нормировании метрологических характеристик.  
Уровень защиты ПО системы microStar от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний» согласно Р 50.2.077-2014.

## Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики системы дозиметрической Landauer microStar

Наименование	Значение
Диапазон измерений индивидуальных эквивалентов дозы $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight+GA	от 0,05 мЗв до 10 Зв
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерениях индивидуальных эквивалентов дозы $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight+GA, % - в диапазоне измерений от 0,05 до 0,1 мЗв - в диапазоне измерений от 0,1 мЗв до 10 Зв	$\pm 50$ $\pm 30$
Диапазон измерений индивидуальных эквивалентов дозы $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight+BA	от 0,1 мЗв до 10 Зв
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерениях индивидуальных эквивалентов дозы $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight+BA, %	$\pm 25$
Диапазон измерений индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ бета-излучения с дозиметрами InLight+GA	от 0,05 мЗв до 10 Зв
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ бета-излучения с дозиметрами InLight+GA, %	$\pm 30$
Диапазон измерений индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ нейтронного излучения с дозиметрами InLight+BA	от (NCF · 0,2) мЗв до 10 Зв, где NCF - поправочный коэффициент, определенный для заданного вида нейтронного излучения
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ нейтронного излучения с дозиметрами InLight+BA, %	$\pm 30$
Диапазон измерений индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight nanoDot	от 0,1 мЗв до 10 Зв
Пределы допускаемой основной относительной погрешности при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight nanoDot, % - в диапазоне от 0,1 до 10 мЗв - в диапазоне от 10 мЗв до 10 Зв	$\pm 20$ $\pm 10$

Наименование	Значение
Диапазон регистрируемых энергий при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight+GA	от 16 кэВ до 6 МэВ
Диапазон регистрируемых энергий при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight+BA	от 40 кэВ до 1,25 МэВ
Диапазон регистрируемых энергий при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight+GA	от 16 кэВ до 1,25 МэВ
Диапазон регистрируемых энергий при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight+BA	от 40 кэВ до 0,6 МэВ
Энергетическая зависимость чувствительности относительно чувствительности к гамма-излучению $^{137}\text{Cs}$ при измерениях $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight+GA, %, не более	$\pm 20$
Энергетическая зависимость чувствительности относительно чувствительности к гамма-излучению $^{137}\text{Cs}$ при измерениях $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight+BA, %, не более	$\pm 25$
Диапазон регистрируемых энергий при измерениях $H_p(0,07)$ в полях бета-излучения с дозиметрами InLight+GA	от 250 кэВ до 2,2 МэВ
Энергетическая зависимость чувствительности относительно чувствительности к бета-излучению $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ при измерениях $H_p(0,07)$ в полях бета-излучения с дозиметрами InLight+GA, %, не более	$\pm 25$
Энергетическая зависимость чувствительности при измерениях $H_p(10)$ в полях нейтронного излучения с дозиметрами InLight+BA в виде поправочных коэффициентов - для $^{252}\text{Cf}$ - для $^{252}\text{Cf}$ в сфере с $\text{D}_2\text{O}$ по ISO 8529 - для Am-Be за фильтром из Pb толщиной 1 мм	(5,30 $\pm$ 1,25) (0,72 $\pm$ 0,30) (7,60 $\pm$ 2,20)
Диапазон регистрируемых энергий системы microStar при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ в полях фотонного излучения с дозиметрами InLight nanoDot	от 16 кэВ до 25 МэВ

Наименование	Значение
Энергетическая зависимость чувствительности относительно чувствительности к фотонному излучению на режиме RQR6 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ в полях фотонного излучения на режимах RQR3-RQR9 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 с дозиметрами InLight nanoDot, %, не более	±25
Зависимость чувствительности от угла падения фотонного излучения на дозиметр (анизотропия чувствительности) с дозиметрами InLight+GA на режиме N80 по ISO 4037 и в полях гамма-излучения $^{137}\text{Cs}$ в пределах углов от 0 до ±60° при повороте вокруг горизонтальной и вертикальной осей, %, не более	±15
Зависимость чувствительности от угла падения фотонного излучения на дозиметр (анизотропия чувствительности) с дозиметрами InLight+BA на режиме N100 по ISO 4037 в пределах углов от 0 до ±30° при повороте вокруг горизонтальной и вертикальной осей и в полях гамма-излучения $^{137}\text{Cs}$ в пределах углов от 0 до ±60° при повороте вокруг горизонтальной и вертикальной осей, %, не более	±20
Зависимость чувствительности от угла падения бета-излучения $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ на дозиметр (анизотропия чувствительности) в пределах углов от 0 до ±45° при повороте вокруг вертикальной оси с дозиметрами InLight+GA, %, не более	±30
Зависимость чувствительности от угла падения нейтронного излучения Am-Be на дозиметр (анизотропия чувствительности) в пределах углов от 0 до ±60° при повороте вокруг горизонтальной и вертикальной осей с дозиметрами InLight+BA, %, не более	±30
Зависимость чувствительности от угла падения фотонного излучения на дозиметр (анизотропия чувствительности) с дозиметрами InLight nanoDot на режиме RQR6 по ГОСТ Р МЭК 61267-2001 в пределах углов от 0 до ±60°, %, не более	±10
Пределы допускаемой дополнительной погрешности при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(0,07)$ в смешанных полях гамма-излучения $^{137}\text{Cs}$ и бета-излучения $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ с дозиметрами InLight+GA, %	±25

Наименование	Значение
Пределы допускаемой дополнительной погрешности при измерениях индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ в смешанных полях гамма-излучения $^{137}\text{Cs}$ и нейтронного излучения $^{252}\text{Cf}$ в сфере с $\text{D}_2\text{O}$ по ISO 8529 при измерениях с дозиметрами InLight+BA, %	$\pm 15$
Коэффициент вариации результатов измерений индивидуальных эквивалентов дозы $H_p(10)$ и $H_p(0,07)$ фотонного излучения с дозиметрами InLight+GA и InLight+BA в полях гамма-излучения $^{137}\text{Cs}$ , %	5
Время обработки одного дозиметра считывающим устройством при снятии показаний с дозиметров InLight+GA, InLight+BA и InLight nanoDot, с, не более	30
Количество повторных считываний дозиметров с потерей информации не более 0,5 % за одно считывание, не менее	5
Время установления рабочего режима считывающего устройства системы microStar, мин.	15
Время непрерывной работы считывающего устройства системы microStar, ч	24

Таблица 3 - Основные технические характеристики системы дозиметрической Landauer microStar

Наименование	Значение
Параметры электрического питания считывающего устройства системы microStar: - напряжение переменного тока, В - частота переменного тока, Гц	от 110 до 240 50/60
Мощность, потребляемая считывающим устройством системы microStar, В·А, не более	30
Габаритные размеры системы microStar, мм, не более - считывающее устройство microStar - длина - ширина - высота - устройство для обнуления дозиметров - длина - ширина - высота - сканер штрих-кода - длина - ширина - высота - индивидуальный дозиметр InLight+GA - длина - ширина - высота	330 270 120 300 120 300 200 100 80 75 37 12



Наименование	Значение
- индивидуальный дозиметр InLight+BA - длина - ширина - высота	75 37 12
- индивидуальный дозиметр InLight nanoDot - длина - ширина - высота	11 10 2
Масса системы microStar, г, не более - считывающее устройство microStar - устройство для обнуления дозиметров - сканер штрих-кода - индивидуальный дозиметр InLight+GA - индивидуальный дозиметр InLight+BA - индивидуальный дозиметр InLight nanoDot	16000 7000 200 16 16 0,2
Условия эксплуатации считывающего устройства microStar: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха (при t=+25 °С), % - атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 до 80 от 86,0 до 106,7
Условия эксплуатации индивидуальных дозиметров InLight+GA, InLight+BA, InLight nanoDot: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха (при t=+40 °С), % - атмосферное давление, кПа	от -10 до +40 до 90 от 86,0 до 106,7
Средний срок службы, лет Средняя наработка на отказ, ч	15 10000

### Знак утверждения типа

наносится в левый верхний угол титульного листа документа «Система дозиметрическая Landauer microStar. Руководство по эксплуатации» типографским способом и на пленочную этикетку, клеящуюся на корпус считывающего устройства microStar, методом шелкографии.

### Комплектность средства измерений

Таблица 4 - Комплектность системы дозиметрической Landauer microStar

Наименование	Обозначение	Количество
Считывающее устройство microStar		1
Индивидуальные дозиметры типа InLight+GA		*
Индивидуальные дозиметры типа InLight+BA		*
Индивидуальные дозиметры типа InLight nanoDot		*
Устройство для обнуления дозиметров	PA-2.0**	1
Сканер штрих-кода	DS6708**	1
Персональный компьютер с установленным программным обеспечением microStar	***	1

Наименование	Обозначение	Количество
Руководство по эксплуатации		1
Методика поверки	МП 2103-001-2016	1
Примечания: * Поставка и количество по согласованию с Заказчиком. ** Модель устройства для обнуления и сканера штрих кода согласуется при заказе. *** Модель компьютера по согласованию с Заказчиком.		

### Поверка

осуществляется по документу МП 2103-001-2016 «Системы дозиметрические Landauer microStar. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 28 октября 2016 г.

Основные средства поверки:

Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 - поверочная дозиметрическая установка гамма-излучения с набором источников из радионуклида  $^{137}\text{Cs}$ , аттестованная по индивидуальным эквивалентам дозы  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$  с погрешностью не более  $\pm 5\%$ .

Рабочий эталон 1-го разряда по ГОСТ Р 8.804-2012 - поверочная дозиметрическая установка рентгеновского излучения, аттестованная по индивидуальным эквивалентам дозы  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$  с погрешностью не более  $\pm 3\%$ .

Рабочий эталон по ГОСТ 8.035-82 - поверочная дозиметрическая установка бета-излучения с источником из радионуклида  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ .

Рабочий эталон по ГОСТ 8.031-82 - поверочная радиометрическая установка с источником нейтронов спонтанного деления из радионуклида  $^{252}\text{Cf}$ , аттестованная по индивидуальному эквиваленту дозы  $H_p(10)$  с погрешностью не более  $\pm 8\%$ .

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

### Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в эксплуатационном документе.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к системам дозиметрическим Landauer microStar

Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 1034 от 09 сентября 2011 г. «Об утверждении Перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и производимых при выполнении работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда, в том числе на опасных производственных объектах, и обязательных метрологических требований к ним, в том числе показателей точности».

ГОСТ 4.59-79 Средства измерений ионизирующих излучений. Номенклатура показателей.

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

IEC 62387(2012) Приборы радиационной защиты. Пассивные интегрирующие дозиметрические системы для мониторинга окружающей среды и индивидуального мониторинга, общие характеристики и эксплуатационные требования.

ГОСТ Р 8.804-2012 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений кермы в воздухе, мощности кермы в воздухе, экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы, амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного, направленного и индивидуального эквивалентов дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений.

ГОСТ 8.031-82 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений потока и плотности потока нейтронов.

ГОСТ Р 8.803-2012 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственная поверочная схема для средств измерений мощности поглощенной дозы и мощности эквивалента дозы нейтронного излучения

ГОСТ 8.035-82 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы бета-излучения.

Техническая документация фирмы-изготовителя.

#### **Изготовитель**

Компания Landauer Europe SAS, Франция

Адрес: 9, rue Paul Dautier CS 60731 78457 Vélizy-Villacoublay Cedex France

Телефон: +33 (0)1 40 95 62 90

#### **Заявитель**

Акционерное общество «Клиоинвест» (АО «Клиоинвест»)

Адрес: 107078, г. Москва, Орликов пер., д. 5, стр. 2, кабинет 54

Телефон: +7(495) 660-98-49, Факс: +7(495) 660-98-48

ИНН 7710441210

#### **Испытательный центр**

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

(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»)

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

Тел. (812) 251-76-01; Факс(812) 713-01-14

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.