

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ)

#### Назначение средства измерений

Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) предназначена для измерения индивидуальных эквивалентов доз  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$  фотонного, бета и нейтронного излучений, в том числе в полях смешанного ионизирующего излучения.

#### Описание средства измерений

Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (далее система Luxel+) № 001 состоит из стационарного считывающего устройства, находящегося в лаборатории Ландауэр на площадке компании-изготовителя «Landauer, Inc.» (г. Гленвуд, штат Иллинойс, США), и комплекта пассивных индивидуальных дозиметров Luxel+ Ja (далее Ja-дозиметры).

Лаборатория Ландауэр аккредитована в области дозиметрии ионизирующих излучений в рамках программы NVLAP Национальным Институтом стандартов и технологий (NIST), США. Сертификат Аккредитации по ISO/IEC 17025: 2005, код NVLAB: 100518-0.

В Ja-дозиметрах детектор состоит из порошка на основе оксида алюминия, активированного углеродом,  $Al_2O_3:C$  и запрессованного между двумя слоями полиэстера. Размеры детектора 16,5мм x 18,5 мм, общая толщина 0,3038 мм. Детектор вкладывается внутрь многоэлементного фильтрующего пакета с медно-алюминиевым и алюминиевым фильтрами с соответствующими толщинами (0,15мм Al +0,41 мм Cu) и 0,5 мм Al. Фильтрующий пакет термически запечатан в ламинированную светонепроницаемую бумажную обертку - изолированный пакет из поливинилхлорида толщиной 0.508 мм шестиугольной формы с размерами 5 см, который при помощи сварки токами высокой частоты запечатывается внутри упаковки, исключая несанкционированный доступ.

В нижней части лицевой поверхности упаковки имеется специальное измерительное окно 8 мм в диаметре, которое закрыто тонким слоем пластмассы для измерения бета-излучения.

Фильтрующий пакет также содержит медный сетчатый фильтр изображения, обеспечивающий информацию о характере облучения: динамический или статический, однородности облучения. Фильтр изображения не используется для дозиметрии.

Оксид алюминия чувствителен к бета и фотонному излучению и не чувствителен к воздействию нейтронного излучения.

Для измерения индивидуального эквивалента дозы  $H_p(10)$  нейтронного излучения применяется твердотельный трековый детектор ядерных частиц типа «Neutrak 144» ( модель CR-39), микросхема N144 и полиэтиленовый радиатор для регистрации протонов отдачи, возникающих при взаимодействии быстрых нейтронов с детектором.

Детектор Neutrak не чувствителен к рентгеновскому, бета- или гамма-излучению и герметично размещается внизу на задней стороне дозиметра Luxel+Ja внутри пластмассового корпуса. На нейтронном детекторе имеется лазерная гравировка для идентификации.

Индивидуальный дозиметр Luxel+Ja крепится на одежду на груди пользователя с использованием нейлонового держателя со скрепкой.

На лицевой стороне дозиметра наносятся имя и фамилия пользователя, страна, (RUSSIA), наименование фирмы заказчика (SCHLUMBERGER), наименование подразделения, наименование дозиметра. (Luxel+Ja ), логотип компании- изготовителя (LANDAUER), пиктограмма с изображением места правильного размещения дозиметра на теле человека.

На задней стороне дозиметра (под держателем) размещены номера организации-заказчика и пользователя, дата начала ношения дозиметра, место расположения дозиметра, серийный номер и штрих-коды дозиметра и компонента.

Для измерения накопленной дозы  $\text{Ja}$ -дозиметры отправляются компанией «Шлюмберже Лоджелко Инк.» (заявитель, являющийся пользователем) по почте на фирму «Ландауэр, Инк.», США.

Процесс считывания включает следующие этапы:

- автоматическое считывание штрих-кодов с представленных дозиметров,
- автоматическая разгерметизация упаковки дозиметров, отделение нейтронного детектора,
- автоматическое считывание дозы облучения с фильтрующего пакета методом ОСЛ.

В основе метода ОСЛ–дозиметрии лежит оптическая стимуляция уровней захвата носителей заряда, заполненных при облучении ионизирующей радиацией, и регистрация люминесценции, обусловленной рекомбинацией освобожденных носителей на центрах люминесценции. Выход ОСЛ пропорционален поглощенной дозе излучения, интенсивности и длине волны стимулирующего света.

Принцип действия системы Luxel+ при воздействии фотонного и бета-излучений основан на использовании технологии оптически стимулированной люминесценции – процессе, при котором аккумулированная в веществе детектора энергия ионизирующего излучения преобразуется в энергию светового потока (люминесценцию) под действием специального источника света.

В качестве источника света в системе Luxel+ используется сдвоенный твердотельный лазер Nd-YAG (активной средой является алюмо-иттриевый гранат «YAG»,  $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ , с добавками неодима). с длиной волны 532 нм, соответствующей зелёному свету. Лазер работает в импульсном режиме. Длительность импульса равна около 250 мкс и зависит от концентрации неодима. Импульсы вызывают люминесценцию в материале детектора ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), уровень которой пропорционален дозе радиации.

Фотоны света, попадая на катод фотоэлектронного умножителя, создают на выходном электроде импульс тока, который после усиления подается на счетчик числа импульсов.

Алгоритм определения дозы облучения основан на соотношениях между различными положениями фильтров внутри дозиметра Luxel, что позволяет различать фотонное (рентгеновское и гамма-излучение) от бета-излучения.

Весь процесс считывания происходит автоматически, без участия оператора, включая проверки калибровки через определенные интервалы времени. Измеренные значения дозы считываются с экрана монитора и распечатываются.

Детектор на основе  $\text{Al}_2\text{O}_3$  допускает повторное и многократное измерение с целью подтверждения точности полученной величины дозы облучения. Полный повторный анализ автоматически выполняется для каждого результата, представляющего дозу более 5 мЗв.

Считывание с элементов CR-39 из состава  $\text{Ja}$ -дозиметров дозы от быстрых нейтронов осуществляется с применением технологии Track Etch: предварительно нейтронный элемент подвергается травлению в течение 16 часов в химической ванне для увеличения экспозиционных треков. Счет треков, образовавшихся от протонов отдачи, производят с помощью микроскопа.

Индивидуальный эквивалент дозы  $\text{H}_p(10)$  нейтронов пропорционален плотности треков на единицу площади. Коэффициент калибровки в единицах  $\text{трек}/(\text{мм}^2 \cdot \text{мЗв})$  для дозиметрической системы Luxel+  $\text{Ja}$  определен в эталонных полях быстрых нейтронов.

## Программное обеспечение

Программное обеспечение Landauer POSL Reader System системы Luxel+ №001 включает в себя ряд модулей прикладного программного обеспечения, выполняющих соответствующие функции.

Ввод данных, ввод команд выполняются оператором с помощью компьютера. Выполнение функций считывающего устройства контролируется с помощью программы POSL Reader.exe, в том числе операции загрузки и хранения эксплуатационных параметров: коэффициентов калибровки считывающего устройства, параметров оценки качества излучений, значений коэффициентов преобразования в алгоритмах расчета доз излучения  $H_p(10)$ ,  $H_p(0,07)$ .

К метрологически значимой части ПО относится модуль POSL Reader.exe, управляющий работой считывающего устройства и обеспечивающий выполнение следующих функций:

- калибровка считывателя в значениях «числа импульсов/Зв» (при включении считывателя, каждые 8 часов, после технического обслуживания и если мощность лазера на экране считывателя колеблется более чем на 10% относительно последней калибровки);

- считывание показаний с дозиметров QC (контроля качества) и выполнение анализа с выдачей сигнала предупреждения при отклонении показаний на 10% от дозы облучения дозиметров QC, при превышении 10% отклонения считыватель автоматически останавливается, на экране монитора появляется сообщение об ошибке «SPS Error»;

- выполнение процедуры контроля линейности,

- обработка и анализ дозиметров пользователей; определение ошибок.

Модуль POSL Reader.exe вызывает модуль Dose Rules.dll, содержащий алгоритмы расчета доз облучения и коэффициенты преобразования в зависимости от соотношений сигналов, полученных при считывании над фильтрами фильтрующего пакета дозиметра.

Программный модуль POSL Archiver.exe обеспечивает архивирование данных пользовательских дозиметров Luxel+Ja, поступающих на считывание: регистрационный номер и штриховой код, связанный с пользователем, учетной записью и периодом измерения.

Программный модуль POSL Imager.exe обеспечивает качественную информацию о характере облучения во время ношения дозиметра (статическое или динамическое) и не используется при измерении дозы облучения,

Программный модуль Data Review.exe обеспечивает просмотр выполнения всех этапов процесса обработки данных до получения конечного результата - измеренных значений доз, глубинной дозы (DDE),  $H_p(10)$ , поверхностной дозы (SDE),  $H_p(0,07)$  и бета-дозы  $H_p(0,07)$ .

Идентификационные данные программного обеспечения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование ПО	Номер версии ПО	Контрольная сумма исполняемого кода	Алгоритм вычисления цифрового кода
Landauer POSL Reader System	Posl Reader.exe	8.31	9467ed367101839 d2eaf3caaldlc2be7	MD5

В ПО Системы Luxel+ защита от непреднамеренных и преднамеренных изменений метрологически значимой части ПО и измеренных данных осуществляется: автоматическим контролем целостности метрологически значимой части ПО; ведением журнала обнаружения и фиксации событий; программной системой аутентификации для верификации пользователей, предотвращающих несанкционированный доступ, что обеспечивается применением программного продукта ClearTrust и SQL аутентификацией.

Уровень защиты программного обеспечения системы дозиметрической Luxel+ от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует классу С в соответствии с МИ 3286-2010.

Фотографии общего вида системы приведены на рисунке 1.

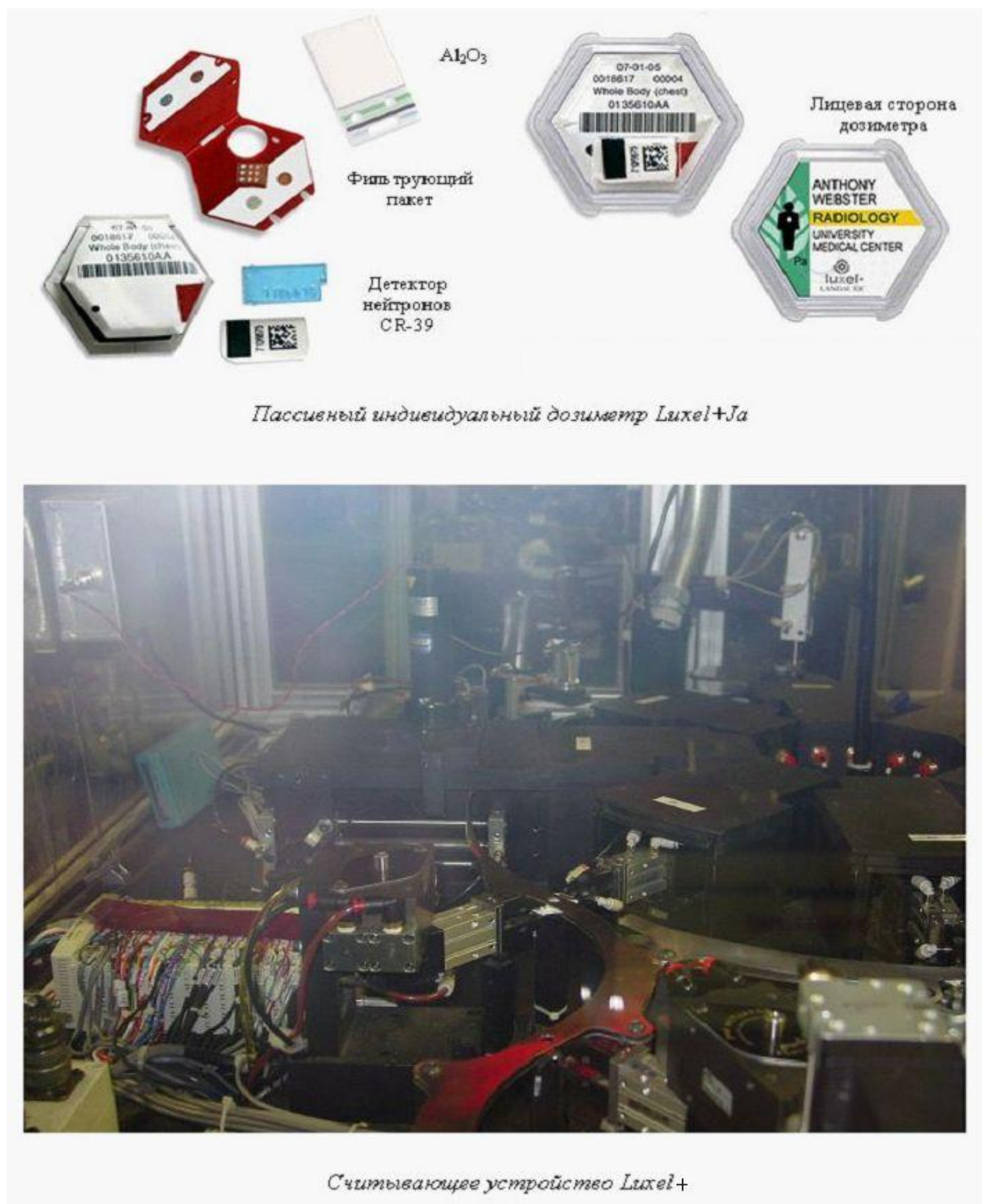


Рис. 1 Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии ОСЛ.

Основные метрологические и технические характеристики системы приведены в таблице 2.  
Таблица 2

Наименование	Значение
Диапазон измерения индивидуального эквивалента дозы фотонного излучения, Зв: $H_p(10)$ $H_p(0,07)$	$1 \cdot 10^{-5} - 10$ $1 \cdot 10^{-5} - 10$
Диапазон измерения индивидуального эквивалента дозы нейтронного излучения, Зв $H_p(10)$	$2 \cdot 10^{-4} - 0,25$

Наименование	Значение
Диапазон измерения индивидуального эквивалента дозы бета-излучения, Зв: $H_p(0,07)$	$1 \cdot 10^{-4} - 10$
Пределы основной относительной погрешности измерения индивидуального эквивалента дозы фотонного излучения, %: (с энергией выше 20 кэВ) $H_p(10)$ $H_p(0,07)$	$\pm 15$ $\pm 15$
Пределы основной относительной погрешности измерения индивидуального эквивалента дозы бета-излучения $H_p(0,07)$ (с энергией свыше 200 кэВ),%:	$\pm 15$
Пределы основной относительной погрешности измерения индивидуального эквивалента дозы $H_p(10)$ нейтронного излучения, %	$\pm 30$
Диапазон энергий регистрируемого фотонного излучения, МэВ	0,015 – 3
Диапазон энергий регистрируемого бета-излучения, МэВ	свыше 0,200
Диапазон энергий регистрируемого нейтронного излучения	0,025 эВ – 10 МэВ
Габаритные размеры дозиметров (длина x высота x ширина), мм (без клипсы)	5x50 x 50
Масса дозиметров, кг	0,020
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С, - атмосферное давление, кПа, - относительная влажность воздуха, %	15-40 101,3 (+5,4; -15,3) 60 (+20; -30)

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульном листе Руководства по эксплуатации «Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ)» методом компьютерной графики.

### Комплектность средства измерений

В комплект системы Luxel+ входят составные части и эксплуатационная документация, указанные в таблице 3.

Таблица 3

№ п/п	Наименование	Обозначение	Количество
1	Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) в составе:		1
1.1	Считывающее устройство POSL ( стационарное)		1*
1.2	Микроскоп		1*
1.3	Дозиметр Luxel+ Ja		**
1.4	Держатель дозиметра с зажимом		**
1.5	«Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ)» Руководство по эксплуатации		1
1.6	Методика поверки	МП 2103-003-2011	1

Примечания:

\* В комплект поставки не входит.

Считывание доз облучения производится на площадке компании-изготовителя «Landauer, Inc.», в лаборатории Landauer, Inc. NVLAP, Glenwood, IL, США,

\*\* Количество поставляемых дозиметров и держателей согласуется при заказе.

## **Поверка**

осуществляется по МП 2103-003-2011 «Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ). Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» в ноябре 2011 г.

При поверке системы Luxel+ методом «доза-почтой» применяются:

- эталонные поверочные дозиметрические установки гамма-излучения с набором источников из радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  по ГОСТ 8.087-2000, аттестованные с погрешностью не более  $\pm 4\%$  по индивидуальному эквиваленту дозы  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$ ;
- эталонные поверочные дозиметрические установки рентгеновского излучения по ГОСТ 8.087-2000, аттестованные с погрешностью не более  $\pm 4\%$  по индивидуальному эквиваленту дозы  $H_p(10)$  и  $H_p(0,07)$ ;
- эталонные поверочные установки бета-излучения с радионуклидом  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ , аттестованные по индивидуальному эквиваленту дозы  $H_p(0,07)$  с погрешностью, не превышающей  $\pm 8\%$ .
- эталонные поверочные радиометрические установки с источником нейтронов спонтанного деления из радионуклида Cf-252, аттестованные по индивидуальному эквиваленту дозы  $H_p(10)$  с погрешностью, не превышающей  $\pm 8\%$ .

## **Сведения о методиках (методах) измерений**

«Система дозиметрическая Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ). Руководство по эксплуатации».

Лабораторные процедуры и инструкции «POSL Laboratory procedures & Task Instruction».

## **Нормативные документы, устанавливающие требования к системе дозиметрической Luxel+ на основе технологии оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ)**

1. ГОСТ 27451-87 «Средства измерений ионизирующих излучений. Общие технические условия».
2. ИЕС 62387-1 2007 «Приборы радиационной защиты. Пассивные интегрированные дозиметрические системы для экологического и индивидуального контроля. Часть 1. Общие характеристики и требования исполнения».
3. ГОСТ 8.034-82 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений экспозиционной дозы, мощности экспозиционной дозы и потока энергии рентгеновского и гамма-излучений».
4. ГОСТ 8.031-82 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений потока и плотности потока нейтронов».
5. ГОСТ 8.035-82 «ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы бета-излучения».

## **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

- осуществление деятельности по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- выполнение работ по обеспечению безопасных условий и охраны труда;

## **Изготовитель**

Компания «Landauer, Inc.», США  
2 Science Road, Glenwood, IL 60425, USA  
tel (708) 441-8455  
fax (708) 755-7035

**Заявитель**

Компания «Шлюмберже Лоджелко Инк.»

Юридический адрес: 8 Калле Аквилينو де ла Гуардиа, г. Панама, Республика Панама

Представительство компании «Шлюмберже Лоджелко Инк.», г. Тюмени

Юридический адрес: 625000, Тюменская область, г. Тюмень,

Ул. 8 Марта, д. 2 , стр. 1.

Тел. (3452) 52-00-60

**Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»,

регистрационный номер 30001-10

Юридический 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)

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Е.Р. Петросян

М.п.

«\_\_\_»\_\_\_\_\_2012 г.