

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Саровский физико-технический институт – филиал НИЯУ МИФИ  
Физико-технический факультет  
Кафедра ядерной и радиационной физики

## Применение термолюминесцентной дозиметрии для измерения полей рентгеновского излучения

Реферат:  
студента группы ЯРФ34Д  
Э.Н. Братишка  
Преподаватель:  
С. Л. Эльяш

*Ключевые слова: доза, дозиметрия,  
термолюминесценция, фосфор,  
рентгеновское излучение, поле, материал,  
объект, кривая термовысвечивания,  
интенсивность, фотон.*

# Введение

$$D = \frac{dE}{dm} \quad (1)$$

Таблица 1

Задачи дозиметрии ионизирующего излучения

Вид дозиметрии	Область применения	Диапазон измерений	Краткое обозначение
Индивидуальная	Повседневный радиационный контроль	$10^{-3}$ —10 <i>бэр</i>	И1
	Аварийная дозиметрия	1—1000 <i>бэр</i> *	И2
	Дозиметрия в условиях ядерной войны	10—1000 <i>бэр</i>	И3
	Дозиметрия при космических полетах	$10^{-3}$ —1000 <i>бэр</i>	И4
	Дозиметрия естественного излучения	$10^{-4}$ — $10^{-1}$ <i>бэр</i>	И5
Клиническая	При внешнем и внутреннем лечебном облучении	1— $10^4$ <i>рад</i>	К
Дозиметрия в радиобиологии	При воздействии ионизирующего излучения на биологические объекты в процессе радиобиологических исследований	1— $10^7$ <i>рад</i>	Б
Дозиметрия в радиационной технике	Радиационная химия Лучевая стерилизация Облучение продуктов питания	$10^3$ — $10^8$ <i>рад</i> $\sim 2,5 \cdot 10^6$ <i>рад</i> $10^3$ — $5 \cdot 10^6$ <i>рад</i>	Т
Внутриреакторная	Измерение потоков нейтронов Измерение дозы излучения	$10^7$ — $10^{14}$ <i>нейтрон/(см<sup>2</sup>·сек)</i> $10^3$ — $10^9$ <i>рад</i>	Р

† \* \* Совещание экспертов МАГАТЭ в 1970 г. рекомендовало при авариях измерять дозу в радах отдельных компонентов излучения. Диапазон измерений, учитывая вероятность локальных облучений, должен быть расширен до 5000 *рад*. — Прим. ред.

Рисунок 1 – Виды дозиметрии, соответствующие области применения и диапазоны измерений.

Физико-химические эффекты, используемые в дозиметрии

Рабочее тело	Эффект	Измеряемый параметр	Область применения (по табл. 1)
Газ	Ионизация	Ионизационный ток	И 1—5, К, Б, Р
	Химические превращения	Изменение концентрации	К, Б, Т, Р
Жидкость	Нагревание	Изменение температуры	Т, Р
	Активация	Активность	И 2, Р
Твердое тело	Засвечивание фотоэмульсии	Почернение пленки	И 1—5, К, Б
	Термолюминесценция	Свечение термолюминесценции	И 1—5, К, Б
	Радиофотолюминесценция	Свечение радиофотолюминесценции	И 1—4, К, Б
	Экзоэлектронная эмиссия	Ток экзоэлектронов	—
	Деградация люминесценции	Интенсивность люминесценции	Т, Р
	Окрашивание	Пропускание света	И 3, К, Б, Т, Р
	Образование трека	Число треков	И 1—4
	Сцинтилляция	Световой поток, число сцинтилляций	И 1, К, Б
	Изменение сопротивления полупроводников	Ток, напряжение	И 1—3, К, Б

Рисунок 2 – Методы используемые в дозиметрии.

# Термолюминесцентная дозиметрия

$$T = f(t) \quad (2)$$

$$T = T_0 + qt \quad (3)$$

$T_0$  - начальная температура,  $q$  – константа скорости нагрева,  $t$  – время нагрева

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} I(t) dt \quad (4)$$

$t_1$  и  $t_2$  – время начала и конца нагрева

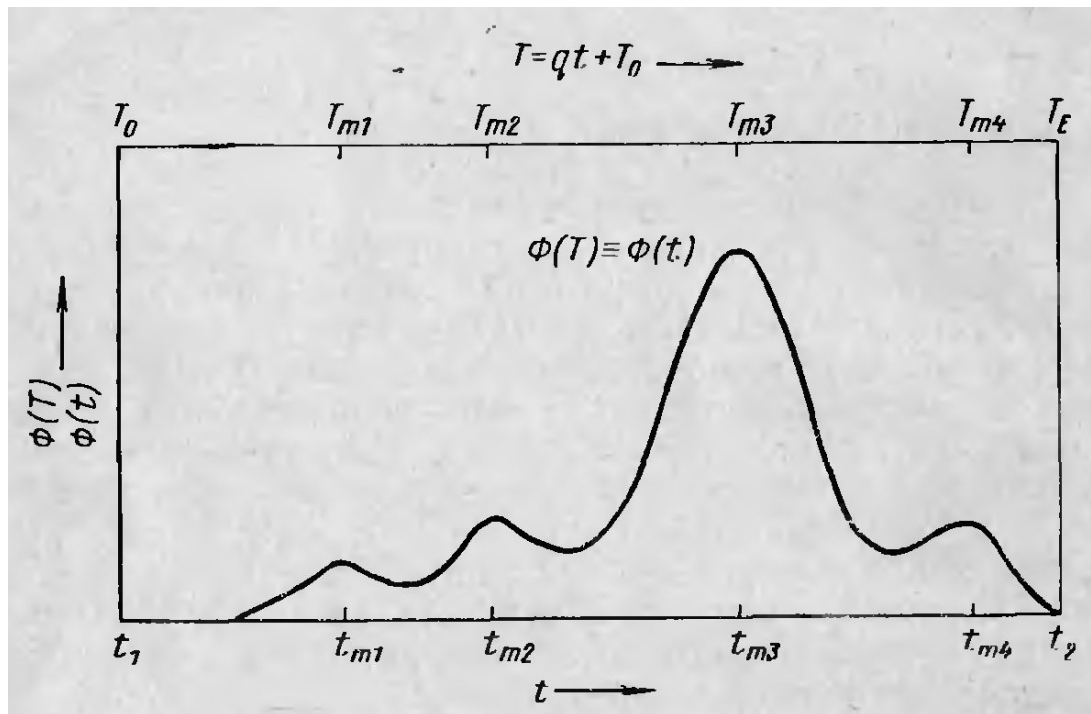
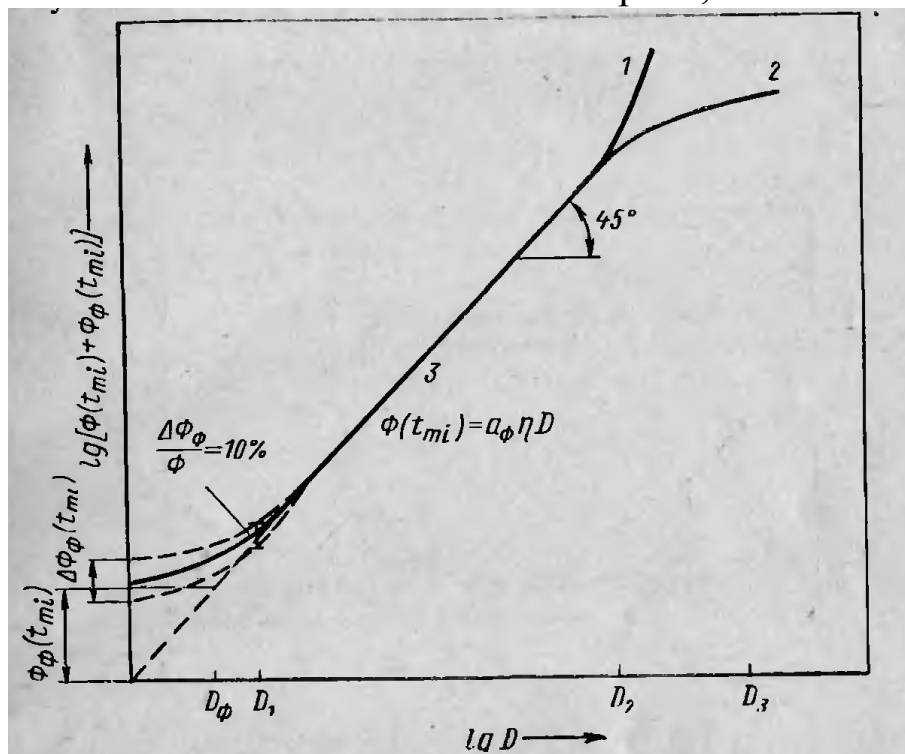


Рисунок 3 – Кривая термовысвечивания фосфора

# Критерии выбора материала фосфора

$$\eta = \frac{E}{m \cdot D} \quad (5)$$

$E$  – высвечиваемая энергия,  $m$  – масса фосфора,  $D$  – поглощенная доза



$$I = a_I \eta D \quad (6)$$

$$Q = a_Q \eta D \quad (7)$$

$a_I$  и  $a_Q$  – постоянные

Рисунок 4 – Вид дозовой зависимости



Рисунок 5 – LiF-дозиметр

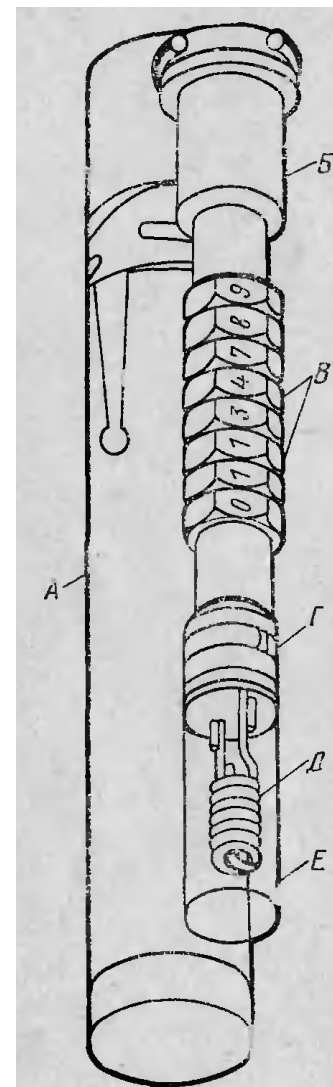


Рис. 6.  $\text{CaF}_2$ -дозиметр фирмы EGG [41]:

*A* – футляр из пластмассы; *B* – затвор; *B* – кольцо с цифрами для автоматической идентификации; *Г* – нагревательные контакты; *Д* – нагревательная спираль с нанесенным на нее слоем термолуминофора (связующее вещество – силикат каля); *E* – стеклянная колба.

Свойства термолуминофоров, применяемых в дозиметрии

Химический состав	Температура $T_{ml}$ используемого максимума КТВ, °С	Спад при комнатной температуре	Нижний предел измерений $D_1$ , мрад	Верхний предел измерений $D_2/D_3$ , рад	Максимальный ход с жесткостью по отношению к воздуху	Примечание	Литература
LiFTLD-100 LiF-Z	200	< 3%/3 мес	$1 \pm 10\%$	$10^3$ $10^4$	1,35	Изготавливаются промышленностью	[1—41], [16, 23]*, [36—41]**
CaF <sub>2</sub> (Mn)	280 (240—280)	< 5%/2 мес	$1$ $5 \pm$ 4%	$3 \cdot 10^3$ / $10^4$	14,5	То же	[40—53], [53]*, [40, 41]**
CaF <sub>2</sub> (прир.) (полевой шпат)	260	< 2%/мес	$1 \pm 10\%$ (0,1)	$3 \cdot 10^3$ / $10^4$	14,5	»	[40, 56—62], [62]*, [40]**
CaSO <sub>4</sub> (Mn)	100	25%/10 ч	$0,1 \pm$ 6%	$5 \cdot 10^3$ / $2 \cdot 10^4$	12	Из-за сильного фединга практически не применяется	[63—73], [72—73]*
CaSO <sub>4</sub> (Sm)	290	10%/неделя	5	$3 \cdot 10^3/10^4$	12	Не применяется	[74—78], [75]*
Алюмофосфатное стекло***	230—300	18%/мес	$20 \pm 10$	$10^2/2 \cdot 10^6$	3,5...10	Разрабатывается для индивидуальной дозиметрии	[79—86], [80]*
Борат лития	220	?	(100)	$10^2/10^5$	1	Мало исследован	[87]
SrS(Eu,Sm)***	250; инфракрасное высвечивание	10%/2 недели	$2 \pm 1$	$10^2/10^3$	50	Химически неустойчив, большой ход с жесткостью	[88—90], [88]*
MgF <sub>2</sub> (Mn)	130	20%/10 дней	100	$4 \cdot 10^3$	2,5	Не применяется	[91]

Рисунок 7 – Виды фосфоров и их применение



# Постановка эксперимента для определения показаний дозиметра



Рисунок 8 – Принципиальная блок-схема установки



Рисунок 9 – ФЭУ произведенные в СССР



Рисунок 10 – ТЛД установка ДВГ-02Т

# Измерение полей рентгеновского излучения

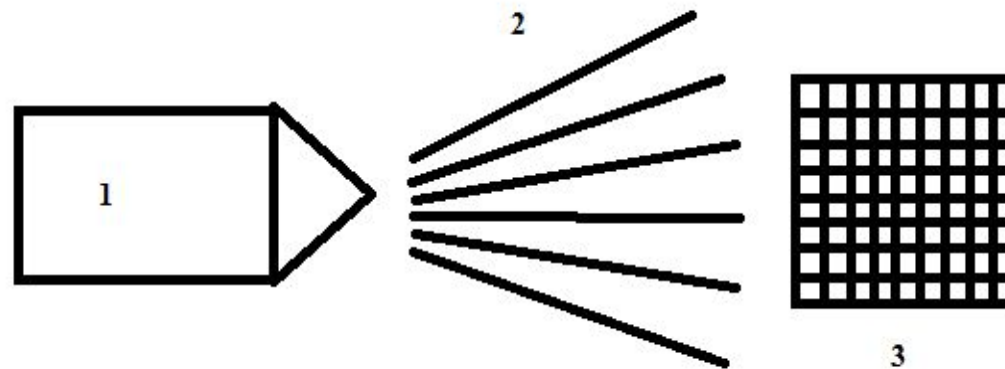


Рисунок 11 – Схема эксперимента для измерения полей РИ.

1 – источник рентгеновского излучения; 2 – поток рентгеновского излучения;  
3 – матрица с дозиметрами.



# Вывод

В данном реферате мы дали понятие дозы поглощенной объектом. Рассмотрели виды дозиметрии, а так же физико-химические процессы используемые дозиметрией. Подробно рассмотрели термолюминесцентную дозиметрию. Дали определение термолюминесценции и фосфора. Показали критерии по выбору фосфора и показали фосфоры, которые использую в ТЛД. Показали постановку эксперимента для измерения полей рентгеновского излучения, а так же на конкретном примере, какую задачу можно решить. Очевидно, данный метод можно применять и для других задач. Можно подвести итог общими словами, термолюминесцентная дозиметрия является мощным инструментом для определения дозы рентгеновского излучения.

# Список литературы

1. Франк М., Штольц В. Твердотельная дозиметрия ионизирующего излучения. Москва: Атомиздат, 1973.
2. Шварц К.К., Грант З.А., Меже Т.К., Грубе М.М. Твердотельная дозиметрия. Рига: Зинатне, 1967.
3. Саундерс Д., Даниельс Ф., Бойд Ч. Термолюминесценция, как средство научного исследования УФН 51 (10) (1953).

**Спасибо за внимание!**