

высокой удельной активности (напр., отработавших твэлов).

Различают Р. з. при внеш. облучении (обусловлена герметичными источниками вне организма человека) и при внутр. облучении (обусловлена радионуклидами, попадающими в тело человека с загрязнённым воздухом, водой, пищей или через кожу).

Для описания переноса проникающего излучения в веществе используют ур-ние Больцмана. Его решения при разл. граничных условиях (бесконечная и полубесконечная среда, сферич. и плоский барьер в воздухе и др.), упрощённые до инженерных ф-л, — осн. метод расчёта Р. з. от проникающих излучений. При описании взаимодействия излучения с веществом важны интенсивность потока излучения (флюенс), плотность потока, поглощённая энергия (см. Доза излучения) и др.

Радиационная защита от внешнего воздействия α - и β -частиц обеспечивается малыми толщинами поглотителя: для полного поглощения α -частиц с макс. пробегом $\sim 8-9$ см воздуха достаточно лист бумаги, для β -частиц с макс. пробегом до 1 м воздуха достаточно слой Al толщиной 5-7 мм. В случае γ -излучения каждый акт рассеяния сопровождается выведением фотона из пучка. Для расчёта Р. з. от узкого пучка γ -излучения используют Ламберта закон:

$$I(t) = I_0 \exp(-Lt). \quad (1)$$

Здесь I_0 — нач. интенсивность излучения, t — толщина защитной среды, L — линейный коэф. ослабления γ -излучения в этой среде, обусловленный фотоэффектом, комптоновским рассеянием и образованием пар. При энергии фотона меньше 200 кэВ доминирует фотоэффект. Его вероятность по мере роста энергии фотона \mathcal{E} уменьшается, и осн. вклад в L до $\mathcal{E} \approx (1-2)$ МэВ даёт комптоновское рассеяние. При $\mathcal{E} \approx (3,3-5,0)$ МэВ для тяжёлых и (15-50) МэВ для лёгких элементов начинается рост L , обусловленный образованием пар. В Р. з. часто применяют массовый коэф. поглощения γ -излучения (в $\text{см}^2/\text{г}$):

$$\mu = \frac{N}{A} \sigma, \quad (2)$$

где N — число Авогадро, A — атомный вес, σ — сечение процесса. В области, где доминирует комптоновское рассеяние, $\mu \approx \text{const}$, т. е. $Z/A \approx 1/2$ для всех элементов, кроме водорода (Z — ат. номер).

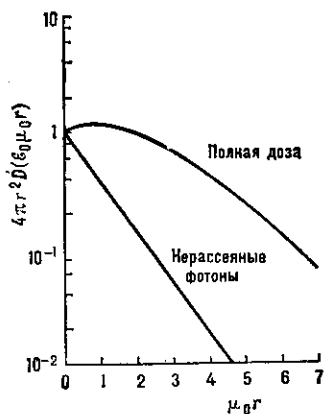


Рис. 1. Зависимость поглощённой дозы D от расстояния r до точечного изотропного источника γ -излучения ($\mathcal{E}_0 = 0,256$ МэВ), среда — H_2O .

Для расчёта Р. з. от широкого пучка γ -излучения используют понятие длины релаксации R — толщины вещества, ослабляющей интенсивность излучения в e раз. Значения R , определяемые экспериментально, зависят от \mathcal{E} и Z вещества. Напр., для γ -квантов с $\mathcal{E} \approx 1$ МэВ длина релаксации R составляет (в см): для воды 14,2, для Al 6,1, для Fe 2,1, для Pb 1,3.

Геометрия широкого пучка относится к наиб. важным случаям, в частности, Р. з. ядерных реакторов. В этом случае происходит накопление рассеянных фотонов (рис. 1), для учёта к-рого вводится фактор накопления B (энергетич., дозовый и др.). Его определяют экспериментально либо рассчитывают методами теории переноса излучения, напр. Монте-Карло методом, Лапласа преобразованиями. При малой энергии фотонов \mathcal{E} и больших толщинах защитного слоя, особенно при использовании дешёвых лёгких материалов (напр., H_2O , бетон), B может достигать больших значений (рис. 2).

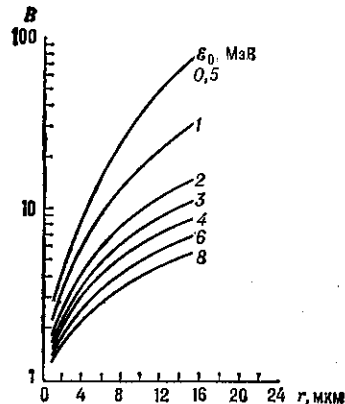


Рис. 2. Зависимость фактора накопления B от расстояния r до источника при разных энергиях фотона.

Особенно важна Р. з. в случае проникающего нейтронного излучения. Прохождение нейтронов через защитный слой анализируют в осн. методом моментов, методом Монте-Карло и численным интегрированием ур-вия Больцмана. Ослабление потока быстрых нейтронов в защитном слое происходит из-за упругого (особенно в водородсодержащих веществах: H_2O , парафин, полиэтилен, гидриды металлов, бетон) и неупругого рассеяния нейтронов. На достаточном больших расстояниях от плоского источника ослабление пучка с расстоянием происходит экспоненциально. Р. з. ядерного реактора отличается тем, что поглощение в защитном слое одного вида частиц, напр. тепловых нейтронов, как правило, сопровождается возникновением γ -излучения (ядерная реакция (n, γ)). Так, при поглощении теплового нейтрона ядром водорода образуется фотон с энергией 2,2 МэВ, а в случае более эфф. поглотителя (напр., Cd) на один захваченный нейтрон приходится более 10 фотонов. Оптимальная Р. з. реактора содержит водородсодержащие вещества или графит, замедляющие быстрые нейтроны до тепловых энергий (см. Замедление нейтронов), и ядра, захватывающие тепловые нейтроны (В, Cd, Gd). На АЭС обычно используют бетон с добавками металлич. скрапа и дроби, эффективно ослабляющий как нейтронное, так и γ -излучение.

Радиационная защита от внутреннего облучения. При подземной добыче урановых руд для снижения концентрации Rn и продуктов его распада применяют изоляцию выработанных штреков, вытяжную вентиляцию с интенсивным отсосом воздуха вблизи мест выделения радиоакт. газа и др. При открытой добыче урановых руд наиб. эффективны очистка воздуха от радиоакт. аэрозолей и подача его в кабину оператора бульдозера, экскаватора или автомашины.

При работе в атмосфере радиоакт. газов и аэрозолей при их содержании не более 200 допустимых концентраций (ДК) используют респираторы «Лепесток» (на основе фильтрующей ткани с заряд. волокнами), маски с фильтрующими насадками (сорбенты для улавливания I); при содержании радионуклидов от 200 до 1000 ДК применяют пневмомаски и пневмокостюмы с поддувом чистого воздуха в зону дыхания; при