



ФМБА России
Федеральное медико-биологическое агентство



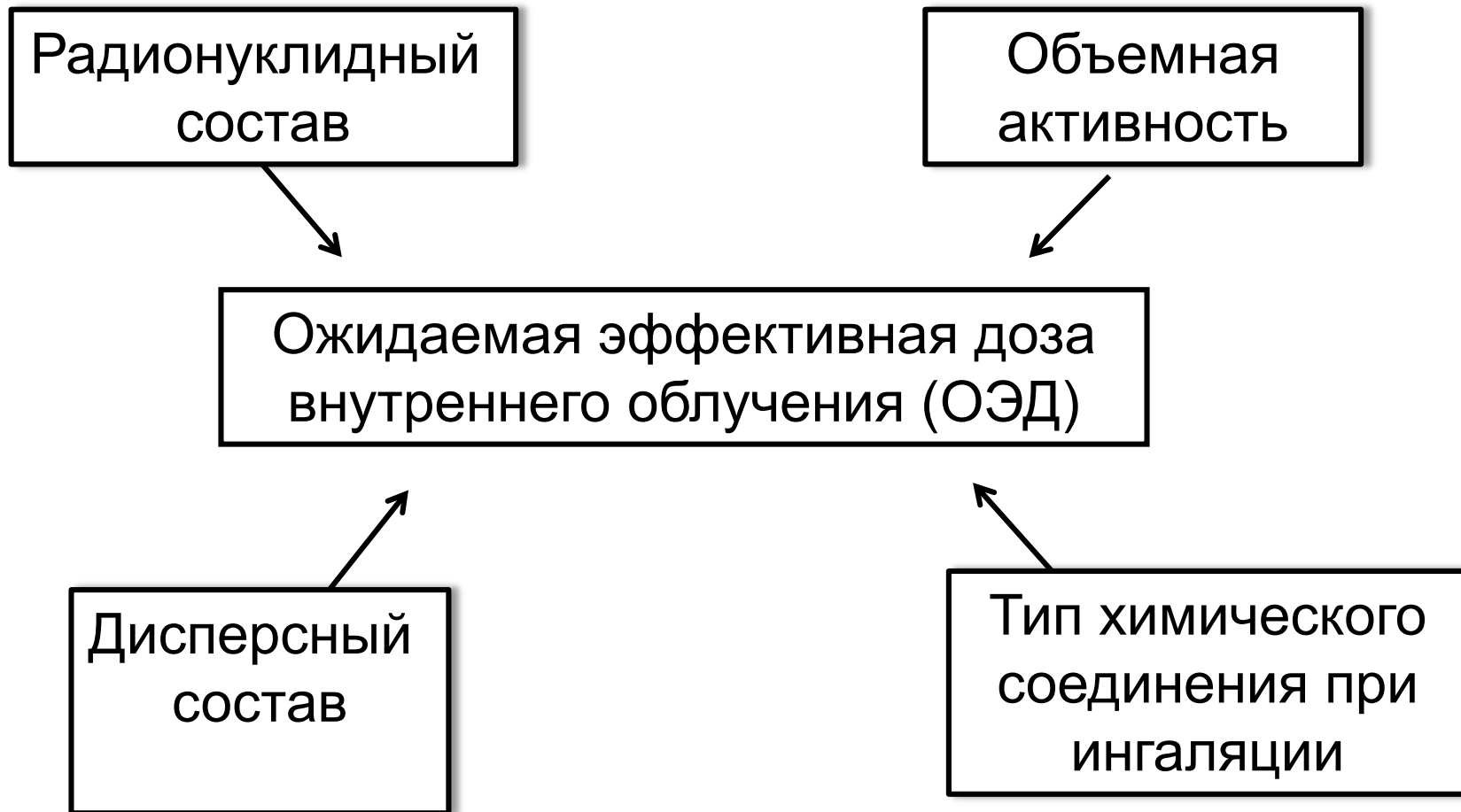
Государственный научный центр
Федеральный медицинский
биофизический центр
имени А.И. Бурназяна
ФМБА России

Карев А.Е., Цовьянов А.Г.

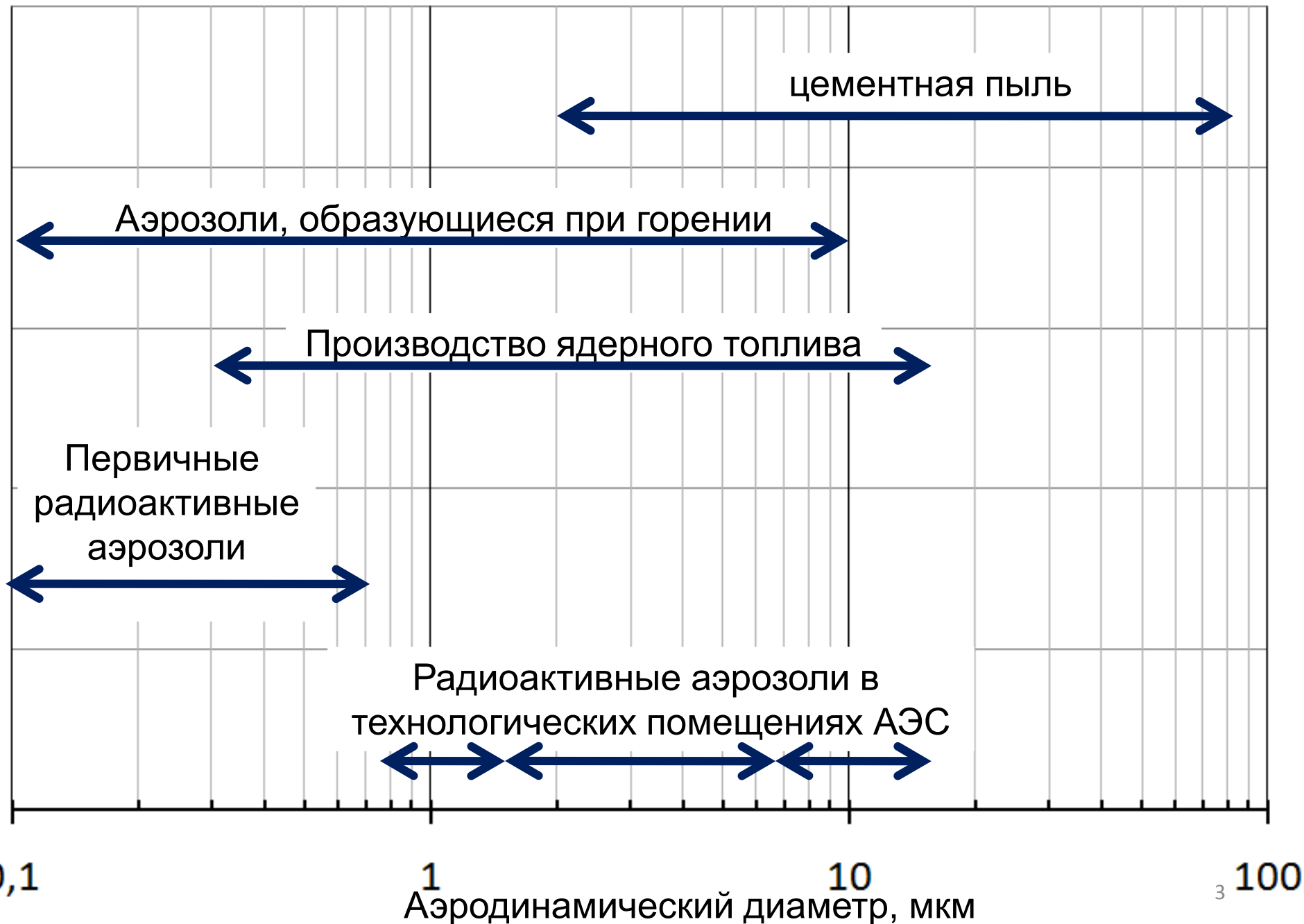
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

**Применение нормативов
по торакальной и респирабельной фракциям
для контроля объемной активности
радиоактивных аэрозолей**

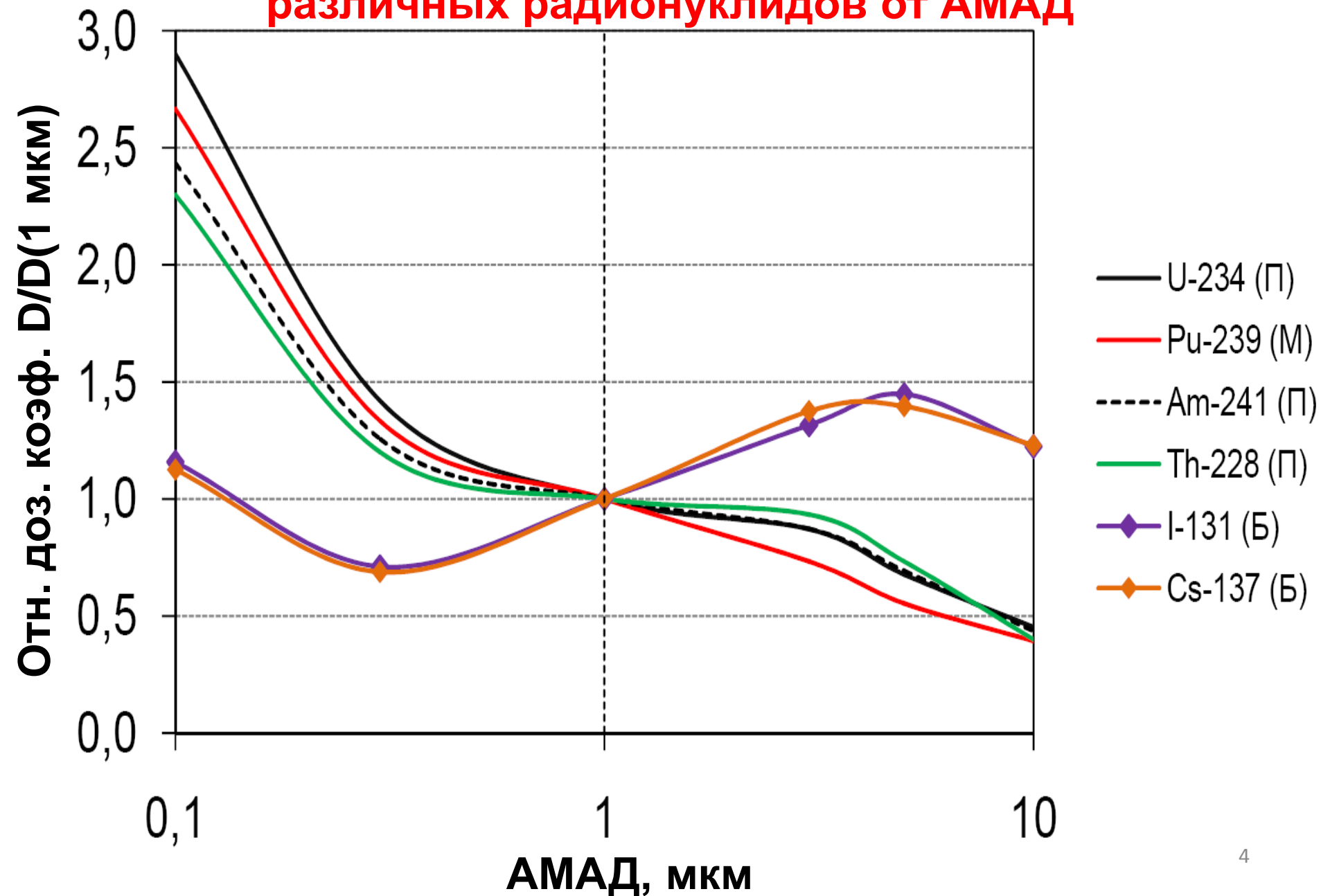
Физико-химические характеристики радиоактивных аэрозолей, определяющие ожидаемую эффективную дозу при ингаляционном поступлении



Диапазоны размеров различных аэрозолей



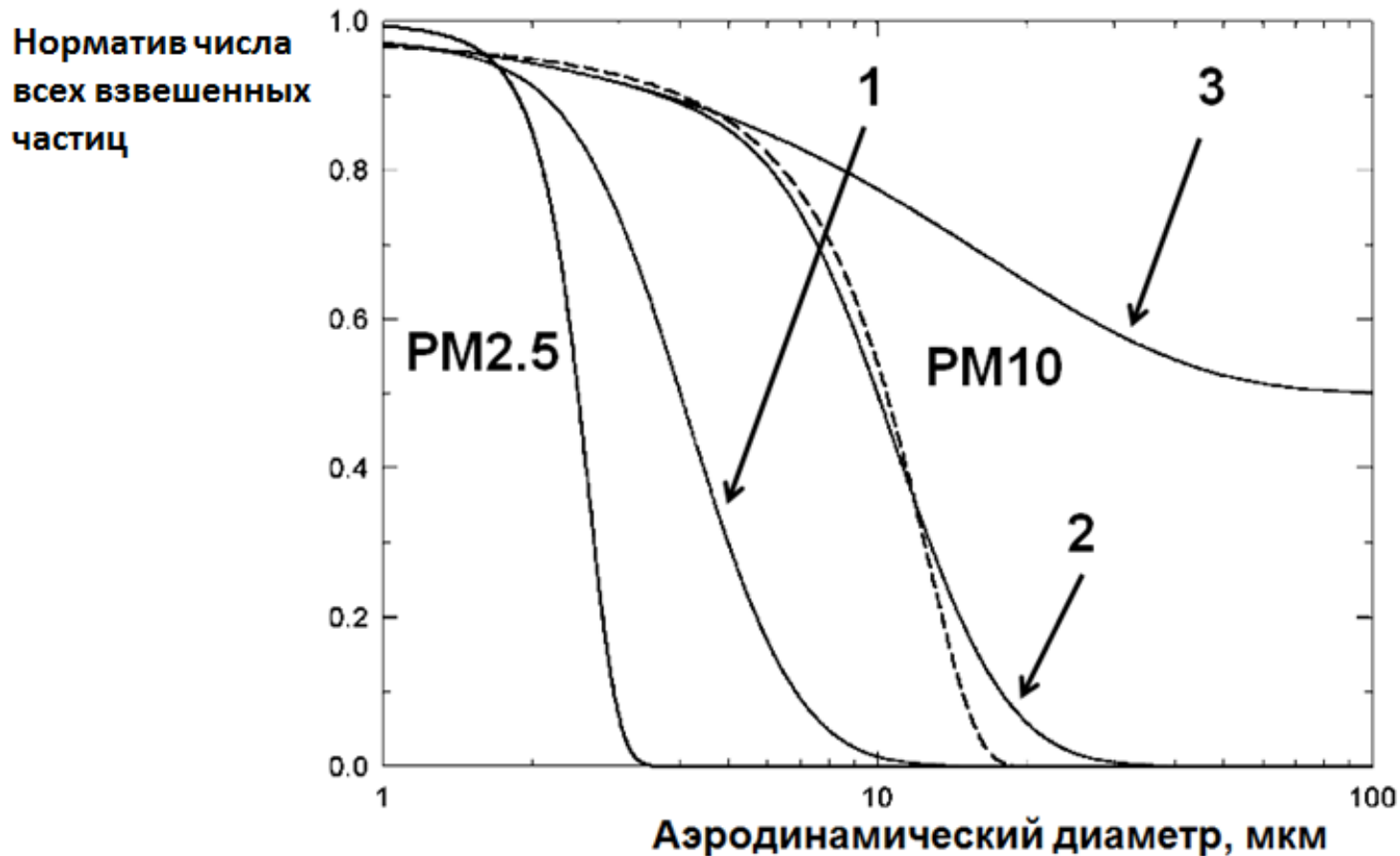
Зависимость величины дозового коэффициента различных радионуклидов от АМАД



Для определения АМАД требуется:

- дорогостоящий многокаскадный импактор
- сложная методика расчета АМАД
- статистическая обработка серии измерений
- высококвалифицированный персонал

Нормативы по вдыхаемой, торакальной и респирабельной фракциям по стандарту ГОСТ Р ИСО 7708:2006



- 1 - норматив по респирабельной фракции для здоровых взрослых
- 2 - норматив по торакальной фракции
- 3 - норматив по вдыхаемой фракции

Зарубежные импакторы для контроля фракций PM10, PM2.5



IMPACT Sampler (SKC, USA)



Personal
Environmental
Monitor

Характеристики размерных фракций частиц для контроля объемной активности радиоактивных аэрозолей с учетом требований ГОСТ Р ИСО 7708-2006

Условное обозначение	Диапазон аэродинамич. диаметров, мкм	Приписываемый дозовый коэффициент для АМАД, мкм	Описание
$\Gamma D_{10-2,5}$	10 – 2,5	5	торакальная фракция без учета респирабельной
$\Gamma D_{2,5-0,6}$	2,5 – 0,6	1	респирабельная фракция без учета субмикронных аэрозолей
$\Gamma D_{0,6}$	менее 0,6	0,3	субмикронная доля респирабельной фракции

Расчет ОЭД

$$E = D_x \cdot I = (\delta_1 e_1 + \delta_2 e_2 + \delta_3 e_3) \cdot I$$

Где:

D_x – дозовый коэффициент, рассчитываемый в соответствии с предлагаемым подходом

I – ингаляционное поступление, Бк

e_1 – дозовый коэффициент для АМАД 5 мкм

e_2 – дозовый коэффициент для АМАД 1 мкм

e_3 – дозовый коэффициент для АМАД 0,3 мкм

δ_1 – доля объемной активности фракции $\Gamma D_{10-2,5}$

δ_2 – доля объемной активности фракции $\Gamma D_{2,5-0,6}$

δ_3 – доля объемной активности фракции $\Gamma D_{0,6}$

Значения дозового коэффициента, рассчитанные в соответствии с предлагаемым подходом и их отклонения от значений дозового коэффициента из базы данных МКРЗ*

Нуклид	Тип	Дозовый коэффициент, Зв/Бк								
		АМАД = 3 мкм			АМАД = 5 мкм			АМАД = 10 мкм		
		Предл. подход	ICRP	Δ , %	Предл. подход	ICRP	Δ , %	Предл. подход	ICRP	Δ , %
²³⁹ Pu	П	4,0E-05	4,1E-05	-4%	3,6E-05	3,2E-05	14%	3,4E-05	2,0E-05	70%
²³⁵ U	Б	5,6E-07	6,3E-07	-12%	5,7E-07	6,0E-07	-5%	5,9E-07	5,0E-07	18%
²³⁴ U	Б	6,0E-07	6,7E-07	-11%	6,1E-07	6,4E-07	-4%	6,3E-07	5,4E-07	16%
²³⁸ U	Б	5,4E-07	6,1E-07	-12%	5,5E-07	5,8E-07	-5%	5,7E-07	4,8E-07	18%
²⁴¹ Am	П	3,3E-05	3,4E-05	-3%	3,1E-05	2,7E-05	13%	2,9E-05	1,7E-05	68%
⁹⁰ Sr	Б	2,7E-08	3,1E-08	-13%	2,8E-08	3,0E-08	-6%	2,9E-08	2,6E-08	12%
¹³¹ I	Б	9,3E-09	1,0E-08	-7%	1,0E-08	1,1E-08	-9%	1,1E-08	9,3E-09	14%
¹³⁷ Cs	Б	5,8E-09	6,6E-09	-13%	6,1E-09	6,7E-09	-9%	6,5E-09	5,9E-09	9%

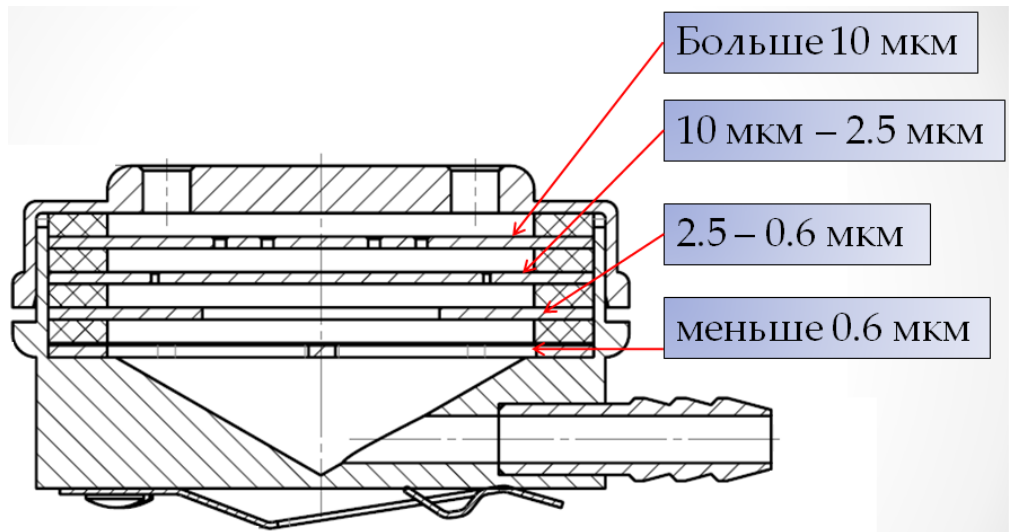
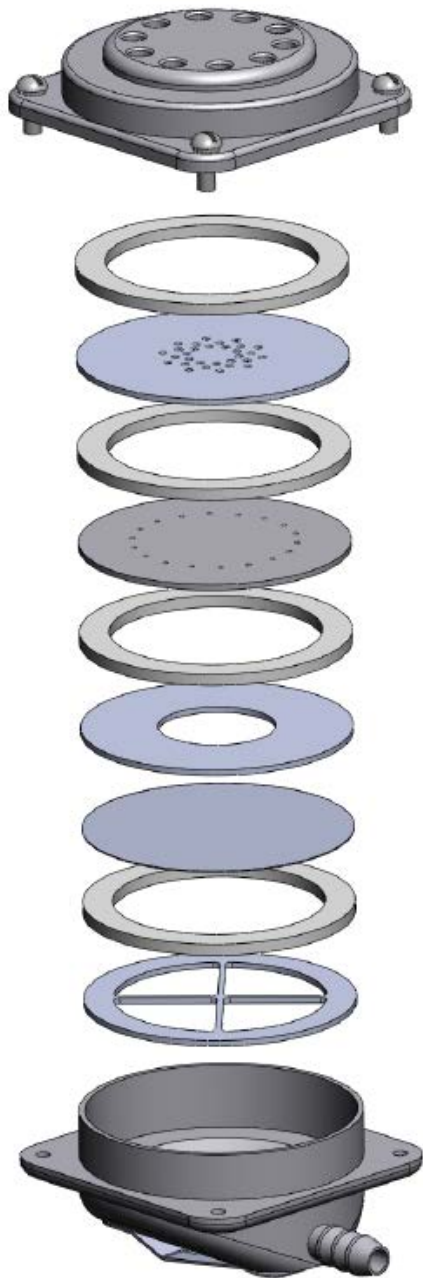
*The ICRP Database of Dose Coefficients: Worker and Members of the Public, Elsevier, 2001

$$\Delta = [(D_x - D_{ICRP}) / D_{ICRP}] \cdot 100\%$$

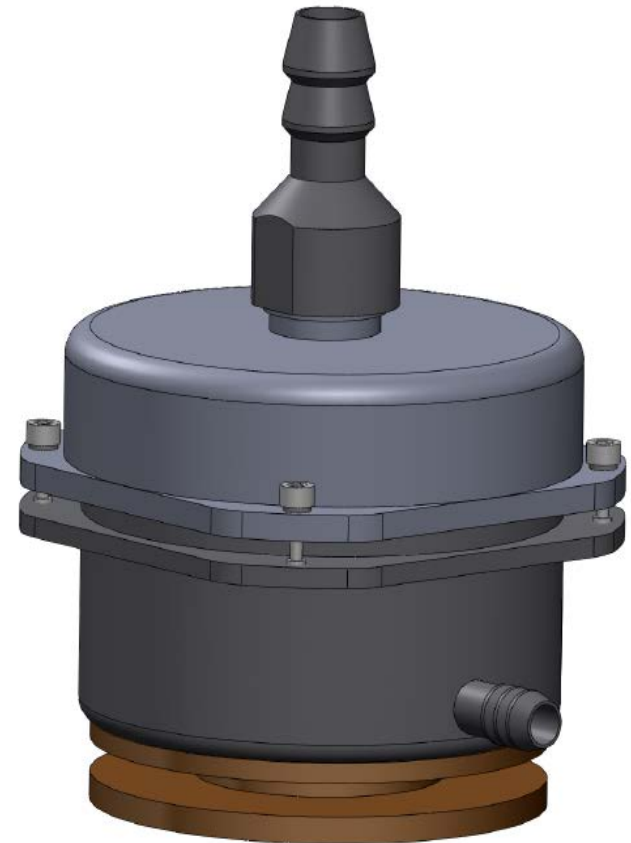
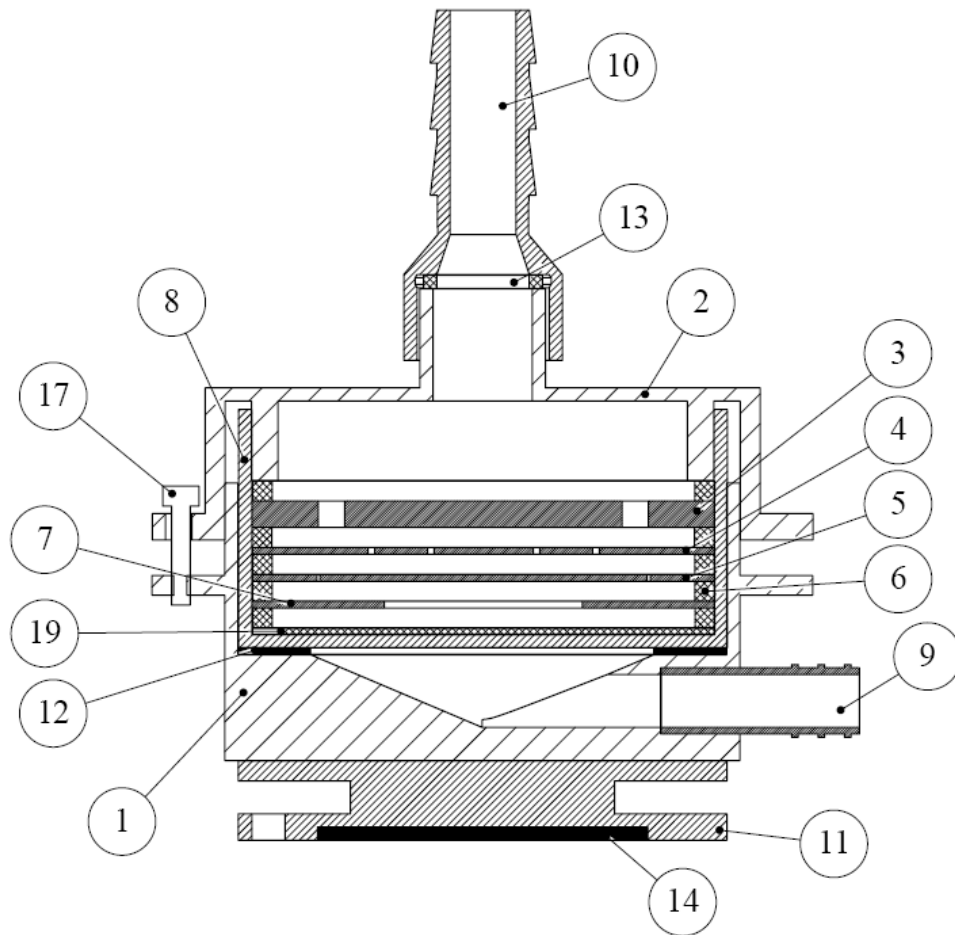
**Значения дозового коэффициента из НРБ-99/2009
(для АМАД 1 мкм) и их отклонения от значений дозового
коэффициента из базы данных МКРЗ**

Нуклид	Тип	Дозовый коэффициент, Зв/Бк								
		АМАД = 3 мкм			АМАД = 5 мкм			АМАД = 10 мкм		
		НРБ	ICRP	Δ, %	НРБ	ICRP	Δ, %	НРБ	ICRP	Δ, %
²³⁹ Pu	П	4,7E-05	4,1E-05	15%	4,7E-05	3,2E-05	47%	4,7E-05	2,0E-05	140%
²³⁵ U	Б	5,1E-07	6,3E-07	-19%	5,1E-07	6,0E-07	-15%	5,1E-07	5,0E-07	2%
²³⁴ U	Б	5,5E-07	6,7E-07	-18%	5,5E-07	6,4E-07	-14%	5,5E-07	5,4E-07	2%
²³⁸ U	Б	4,9E-07	6,1E-07	-20%	4,9E-07	5,8E-07	-16%	4,9E-07	4,8E-07	2%
²⁴¹ Am	П	3,9E-05	3,4E-05	15%	3,9E-05	2,7E-05	44%	3,9E-05	1,7E-05	130%
⁹⁰ Sr	Б	2,4E-08	3,1E-08	-23%	2,4E-08	3,0E-08	-20%	2,4E-08	2,6E-08	-8%
¹³¹ I	Б	7,6E-09	1,0E-08	-24%	7,6E-09	1,1E-08	-31%	7,6E-09	9,3E-09	-18%
¹³⁷ Cs	Б	4,8E-09	6,6E-09	-27%	4,8E-09	6,7E-09	-28%	4,8E-09	5,9E-09	-19%

Индивидуальный импактор ИРАМ-2-4И



Стационарный импактор ИРАМ-4-4К



Заключение

1. Предложен новый подход к контролю объемной активности на предприятиях отрасли в соответствии с ГОСТ Р 7708-2006
2. Подход включает в себя контроль объемной активности трех размерных фракций аэрозольных частиц, которым приписываются дозовые коэффициенты для значений АМАД 5 мкм, 1 мкм и 0,3 мкм.
3. Не требуется расчет параметров логнормального распределения (АМАД и β_g), дозовый коэффициент рассчитывается как среднее взвешенное трех дозовых коэффициентов.
4. Позволяет снизить неоправданную консервативность при оценке ОЭД внутреннего облучения до 2 раз.

Применение соглашения о вдыхаемой, торакальной и респираторной фракциях (ГОСТ Р ИСО 7708-2006) для стационарного и индивидуального контроля объемной активности радиоактивных аэрозолей на предприятиях атомной отрасли / Карев А.Е., Шинкарев С.М., Цовьянов А.Г. // АНРИ. -2015.- №4 (83). - С. 43 – 50.