



ПРОРЫВ

ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ПРОЕКТА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ КОРПОРАЦИИ ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «РОСАТОМ»



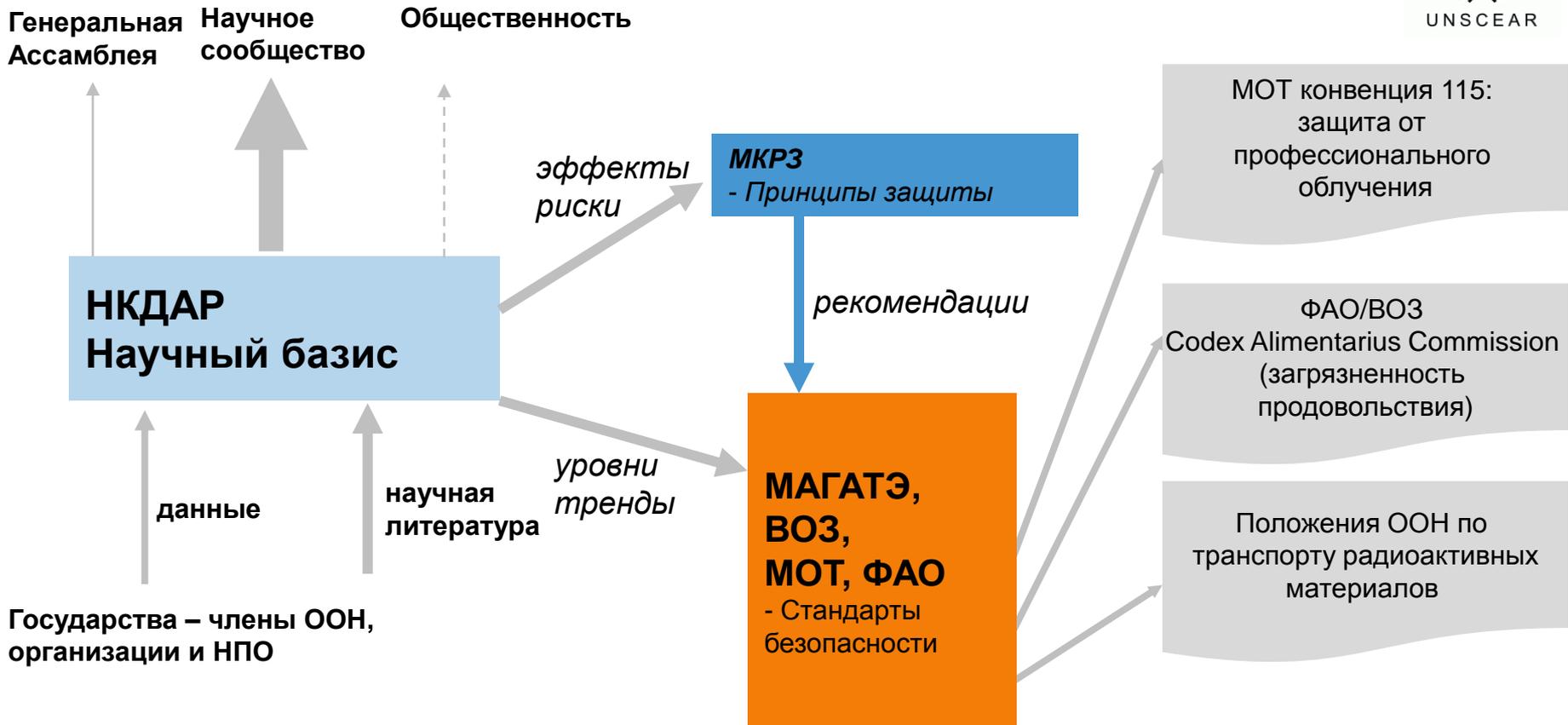
РОСАТОМ

Достижения радиологической эквивалентности при захоронении РАО

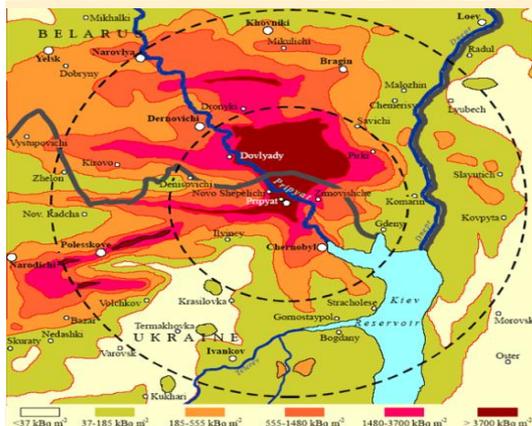
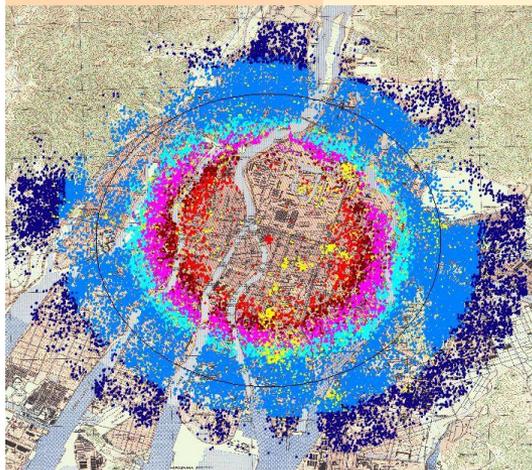
**Председатель РНКРЗ при РАН,
главный радиоэколог ПН «Прорыв»,
член-корреспондент РАН
*Иванов В.К.***

**Круглый стол
«Актуальные вопросы регулирования безопасности
в области атомной энергетики»
27 июня 2019 г., Обнинск**

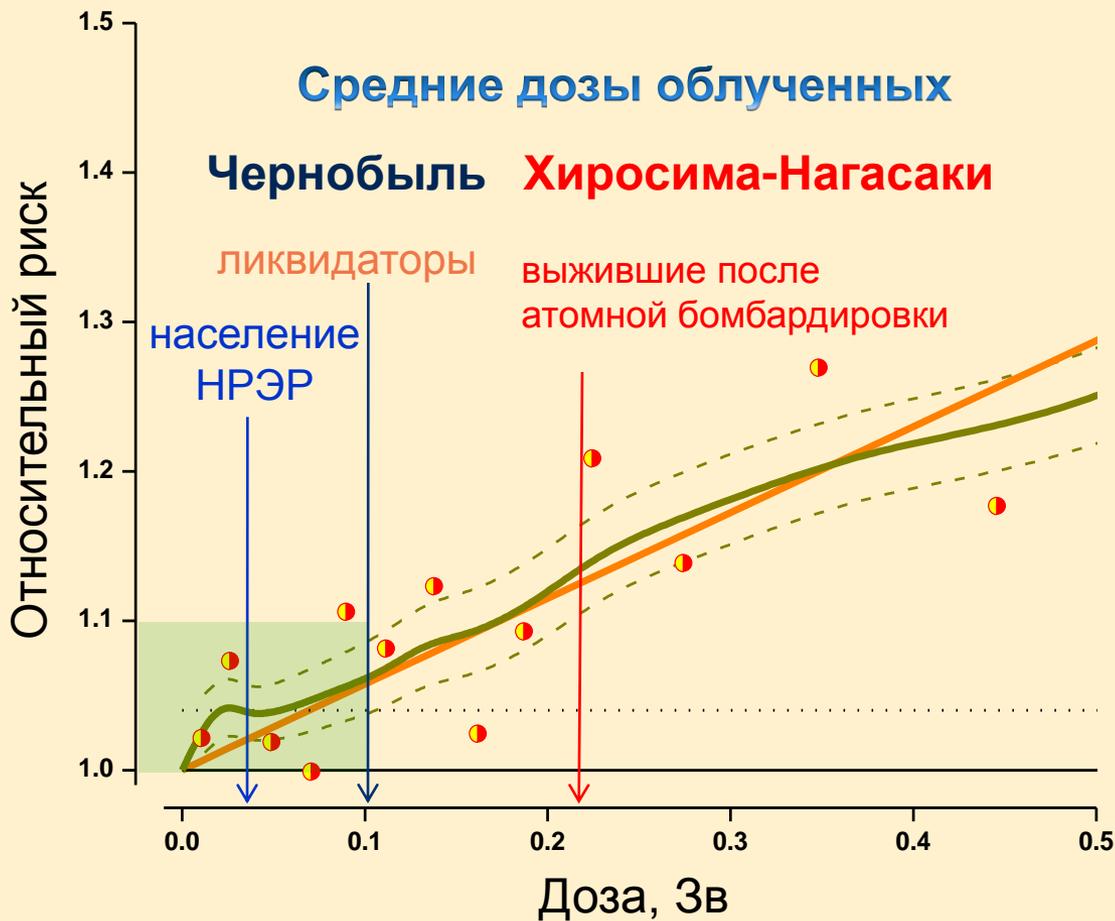
Функциональная среда



ХИРОСИМА

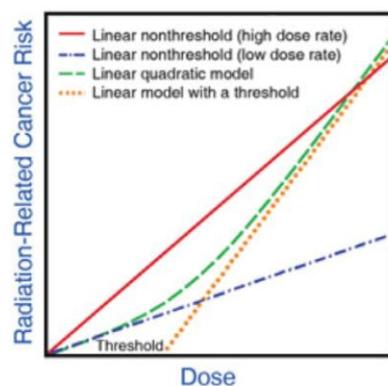


ЧЕРНОБЫЛЬ



NCRP COMMENTARY No. 27

IMPLICATIONS OF RECENT EPIDEMIOLOGIC STUDIES FOR THE LINEAR-NONTHRESHOLD MODEL AND RADIATION PROTECTION



National Council on Radiation Protection and Measurements

Нормы безопасности МАГАТЭ

для защиты людей и охраны окружающей среды

Радиационная защита
и безопасность
источников излучения:
Международные основные
нормы безопасности

Jointly sponsored by

EC, FAO, IAEA, ILO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO



Общие требования безопасности, часть 3
№ GSR Part 3



ТРЕБОВАНИЕ 29.

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРАВИТЕЛЬСТВА И РЕГУЛИРУЮЩЕГО ОРГАНА В ОТНОШЕНИИ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

3.120. Правительство или регулирующий орган устанавливает или утверждает граничные значения дозы и риска, используемые при оптимизации защиты и безопасности лиц из населения.

НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (НРБ-99/2009)

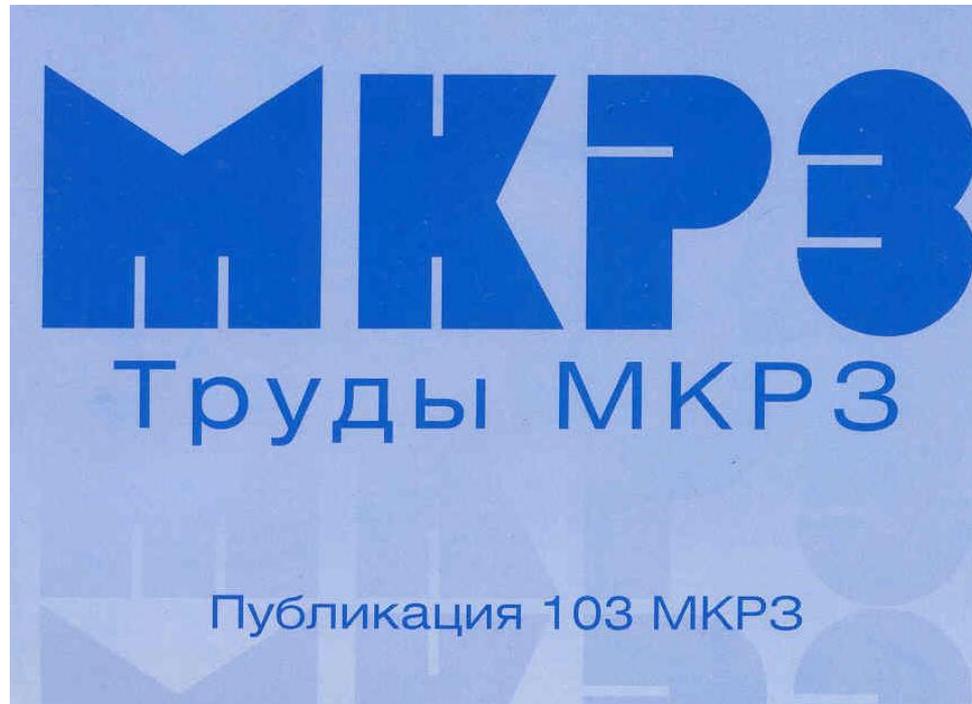
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.3. ... В условиях нормальной эксплуатации источников ионизирующего излучения пределы доз облучения в течение года устанавливаются исходя из следующих значений индивидуального пожизненного риска:

- для персонала – $1,0 \times 10^{-3}$;
- для населения – $5,0 \times 10^{-5}$.

Уровень пренебрежимо малого риска составляет 10^{-6} .





(157) ... Дозы в органах и тканях, а не эффективные дозы, требуются для оценки вероятности индукции рака у облученных индивидуумов.

Параметры моделей радиационного риска (LAR) по органным дозам (МКРЗ, Публикация 103)



Локализация опухоли	Пол	β , $10^{-4} \times 3B^{-1}$	γ	ω
Все солидные	Муж	43,20	-24	2,22
	Жен	59,83		
Пищевод	Муж	0,48	64	2,38
	Жен	0,66		
Желудок	Муж	6,63	-24	2,38
	Жен	9,18		
Толстая кишка	Муж	5,76	-24	2,38
	Жен	2,40		
Печень	Муж	4,18	-24	2,38
	Жен	1,30		
Лёгкое	Муж	6,47	1	4,25
	Жен	8,97		
Молочная железа	Жен	10,9	-39	3,5*
Яичник	Жен	1,47	-24	2,38
Мочевой пузырь	Муж	2,00	-11	6,39
	Жен	2,77		
Щитовидная железа	Муж	0,69	-24	0,01
	Жен	2,33		
Остальные солидные	Муж	7,55	-24	2,38
	Жен	10,45		

$$EAR(s, c, g, a, d) =$$

$$= d \cdot \beta(s, c) \cdot \left(\frac{a}{70} \right)^{\omega(c)} \cdot \left(1 + \frac{\gamma(c)}{100} \right)^{0,1(g-30)}$$

s – пол, c – локализация опухоли, g – возраст при облучении, a – возраст, на который рассчитывается риск (возраст дожития), d – эквивалентная доза облучения, β , ω , γ – параметры аддитивной модели

* Для рака молочной железы $\omega=1$ при возрасте дожития большем 50 лет.





УКАЗ

ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

от 13 октября 2018 г. № 585

**Об утверждении Основ государственной политики
в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности
Российской Федерации на период до 2025 года
и дальнейшую перспективу**

...

12. Задачами в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности являются:

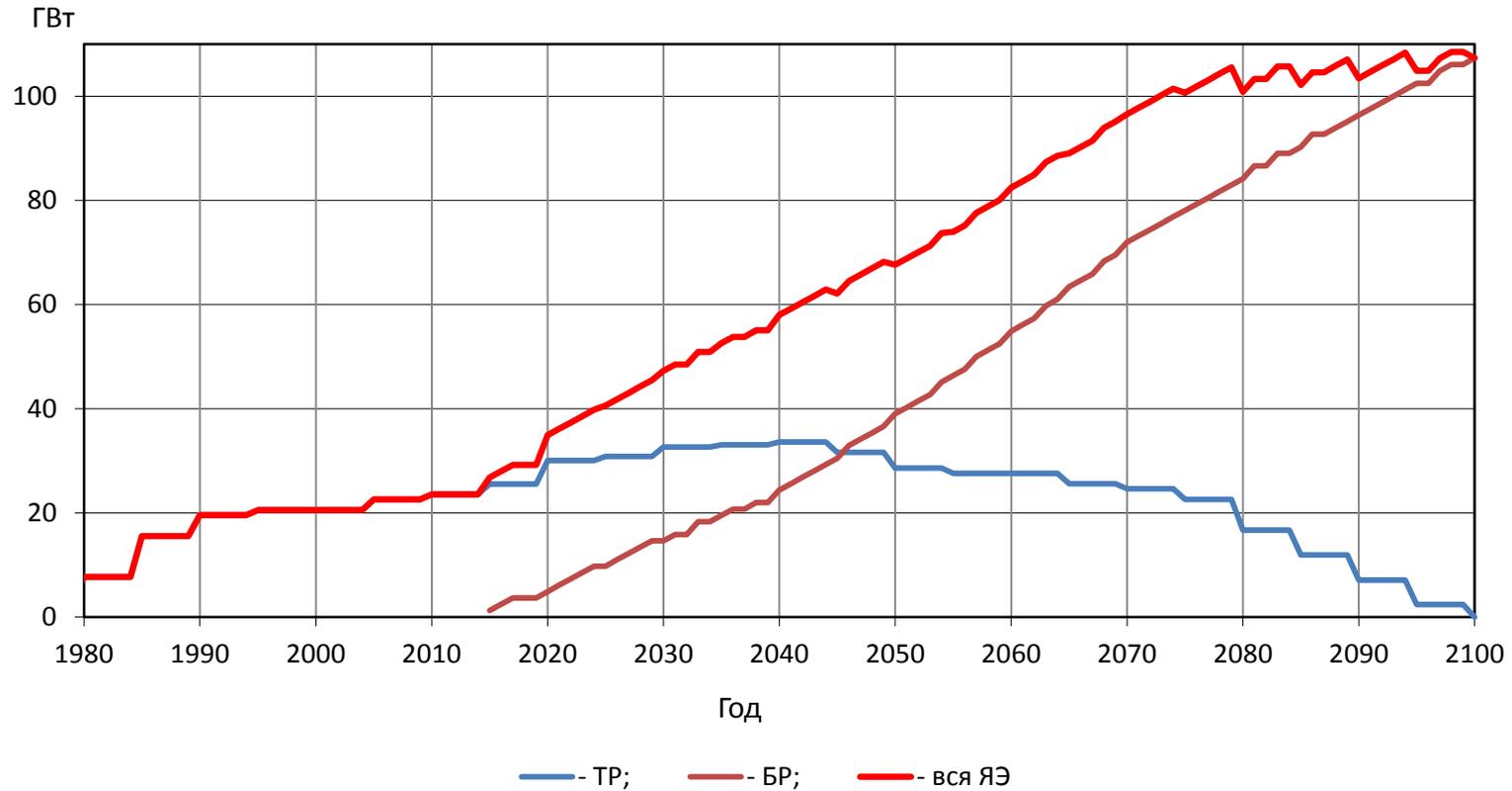
а) защита в соответствии с принципом приемлемого риска..., снижение риска отдаленных последствий техногенного радиационного облучения для здоровья человека...

- 1. Техническая безопасность ЯЭ: исключение аварий, требующих эвакуации населения может открыть возможность крупномасштабного развития ядерной энергетики**
- 2. Экологическая безопасность ЯТЦ: решение проблем обращения с ДВАО (МА и др.) и накопления ОЯТ может снять ограничение, связанное с общественной приемлемостью ЯЭ**
- 3. Политическая нейтральность ЯТЦ: технологическая поддержка режима нераспространения может снять ограничение, связанное с политической приемлемостью ЯЭ**
- 4. Устойчивое топливообеспечение ЯЭ: ЗЯТЦ может стать основой долговременной обеспеченности ЯЭ (на тысячи лет) топливными сырьевыми ресурсами**
- 5. Конкурентоспособность ЯЭ**

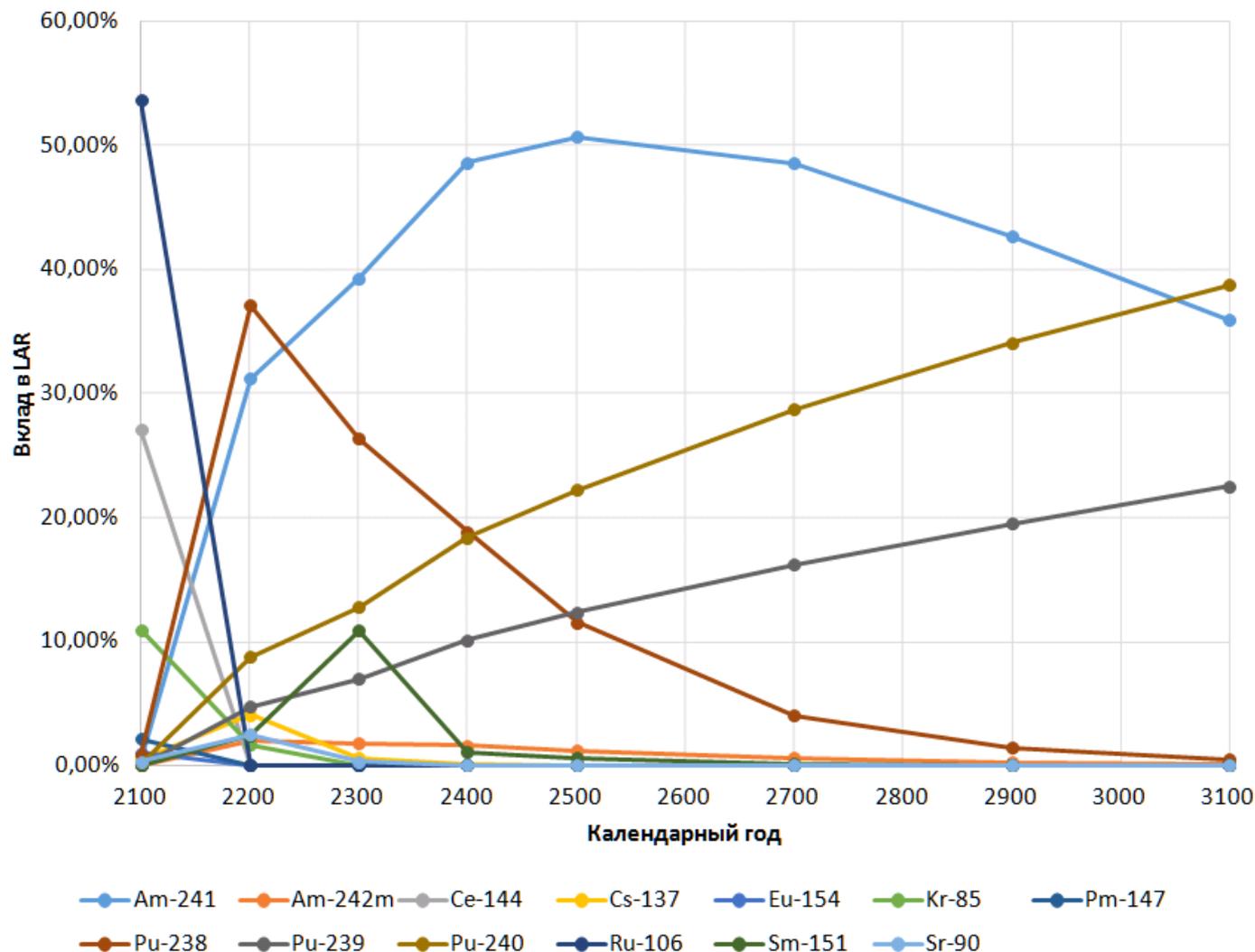
Радиационная эквивалентность – выравнивание ожидаемых эффективных доз облучения РАО и природного урана за счет замыкания топливного цикла с сжиганием и трансмутацией минорных актинидов.

Радиологическая эквивалентность – выравнивание пожизненных радиационно обусловленных рисков потенциальной индукции онкологических заболеваний РАО и природного урана с учетом динамики эквивалентных (органных) доз облучения.

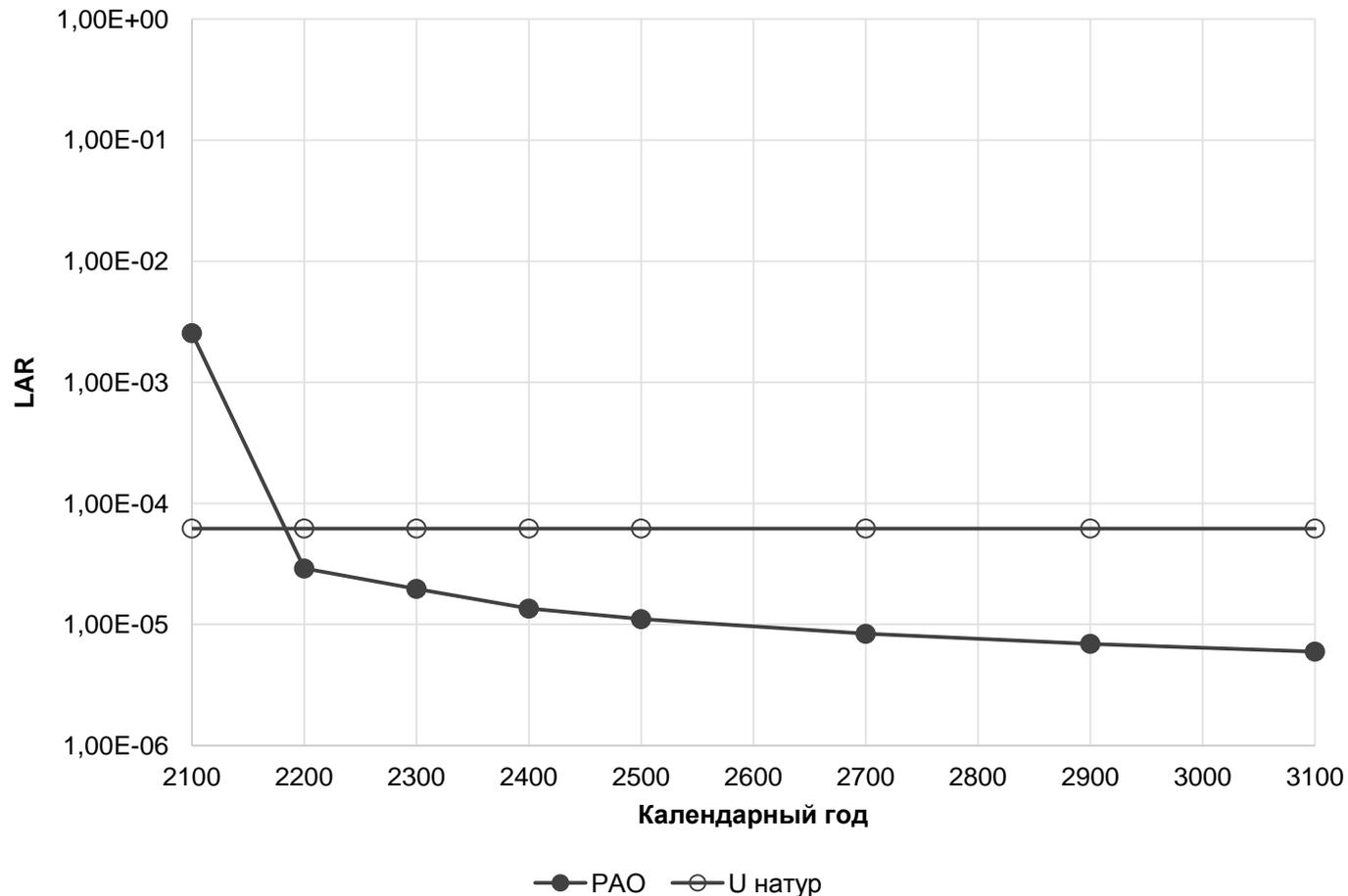
Мощности ТР и БР в системе ядерной энергетики



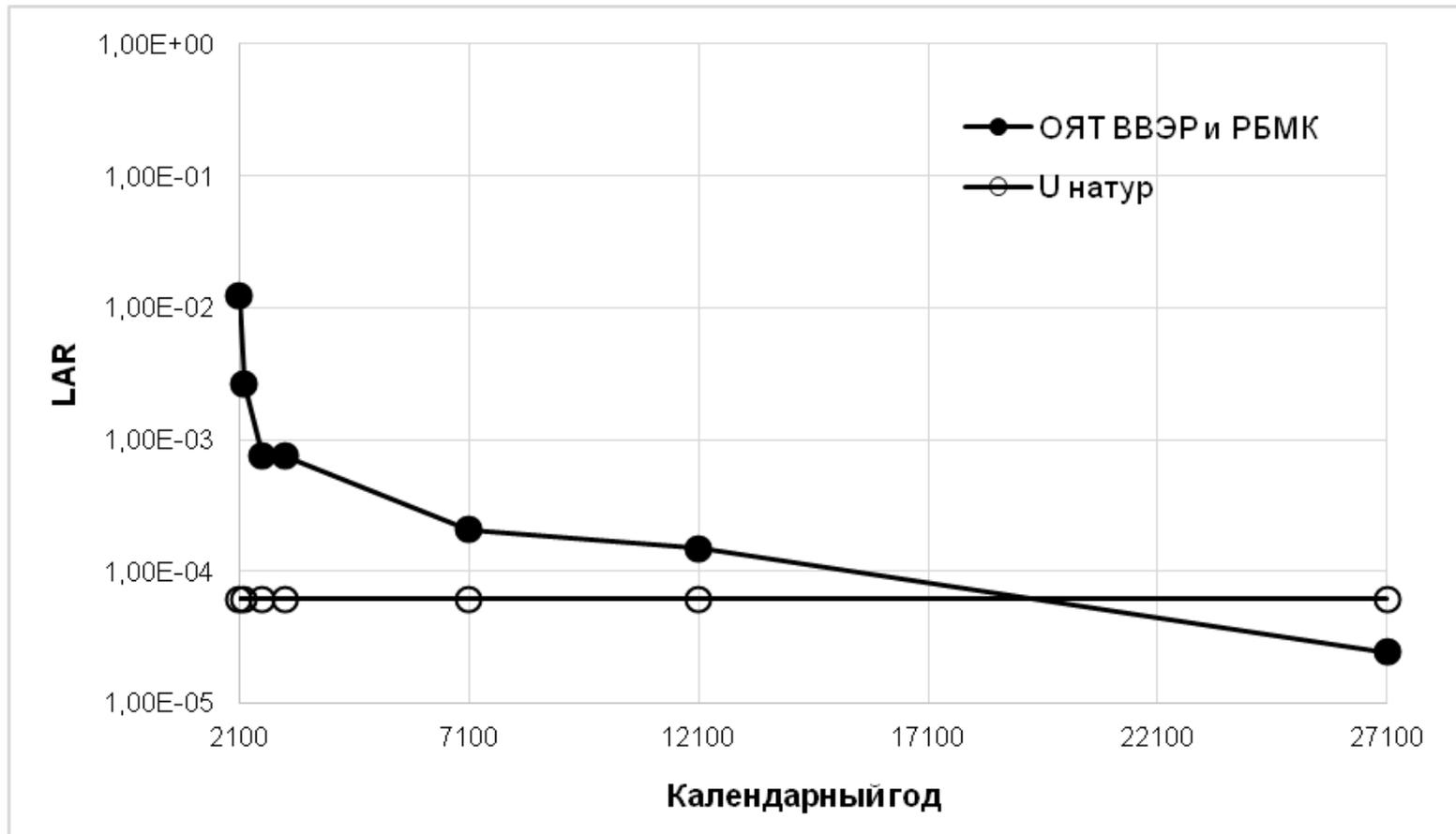
Вклад (%) в пожизненный атрибутивный риск значимых радионуклидов в отходах ядерной энергетики на ТР и БР



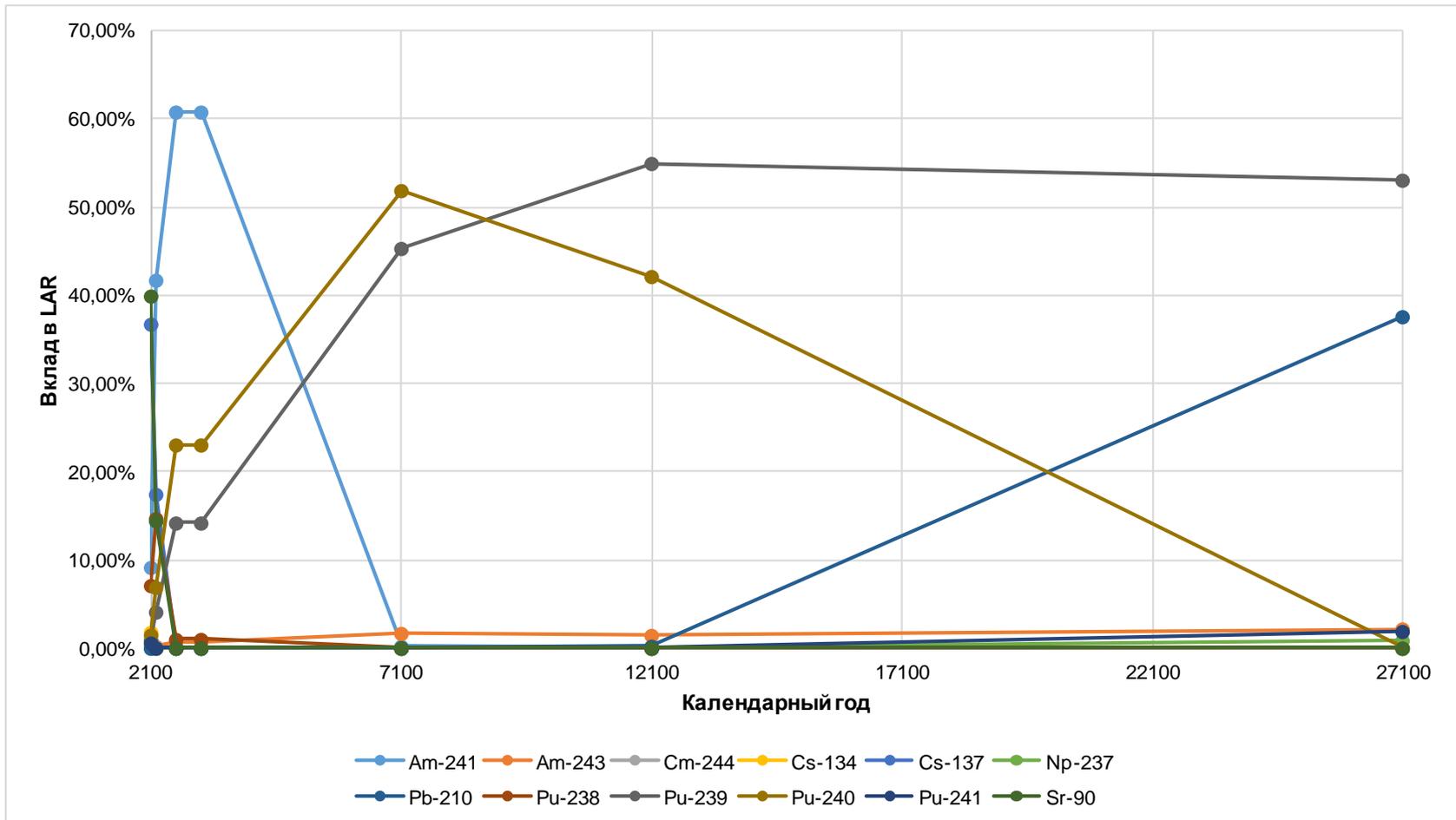
Пожизненный атрибутивный риск отходов ядерной энергетики на ТР и БР и соответствующего количества природного урана, полученный по дозам, нормированным на 1 мЗв ПБО природного урана. Точка пересечения кривых в 2199 г.



Динамика LAR от ОЯТ ТР и уровень LAR соответствующего количества природного урана, ПРОРЫВ полученные по дозам, нормированным на 1 мЗв ПБО природного урана; точка пересечения кривых при линейной интерполяции в 22613 г.



Динамика вкладов (%) в LAR значимых радионуклидов ОЯТ ТР



1. В рамках сценария развития в 21 веке ядерной энергетики России с реакторами на тепловых и быстрых нейтронах установлено:
 - 1.1. Выравнивание ожидаемых доз облучения от РАО и от природного сырья (**радиационная эквивалентность**) достигается через 287 лет после наработки отходов ядерной энергетики в 2100 г.;
 - 1.2. Выравнивание пожизненных радиационно-обусловленных рисков возможной индукции онкозаболеваний от РАО и от природного сырья (**радиологическая эквивалентность**) достигается через 99 лет после наработки отходов ядерной энергетики в 2100 г.

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!