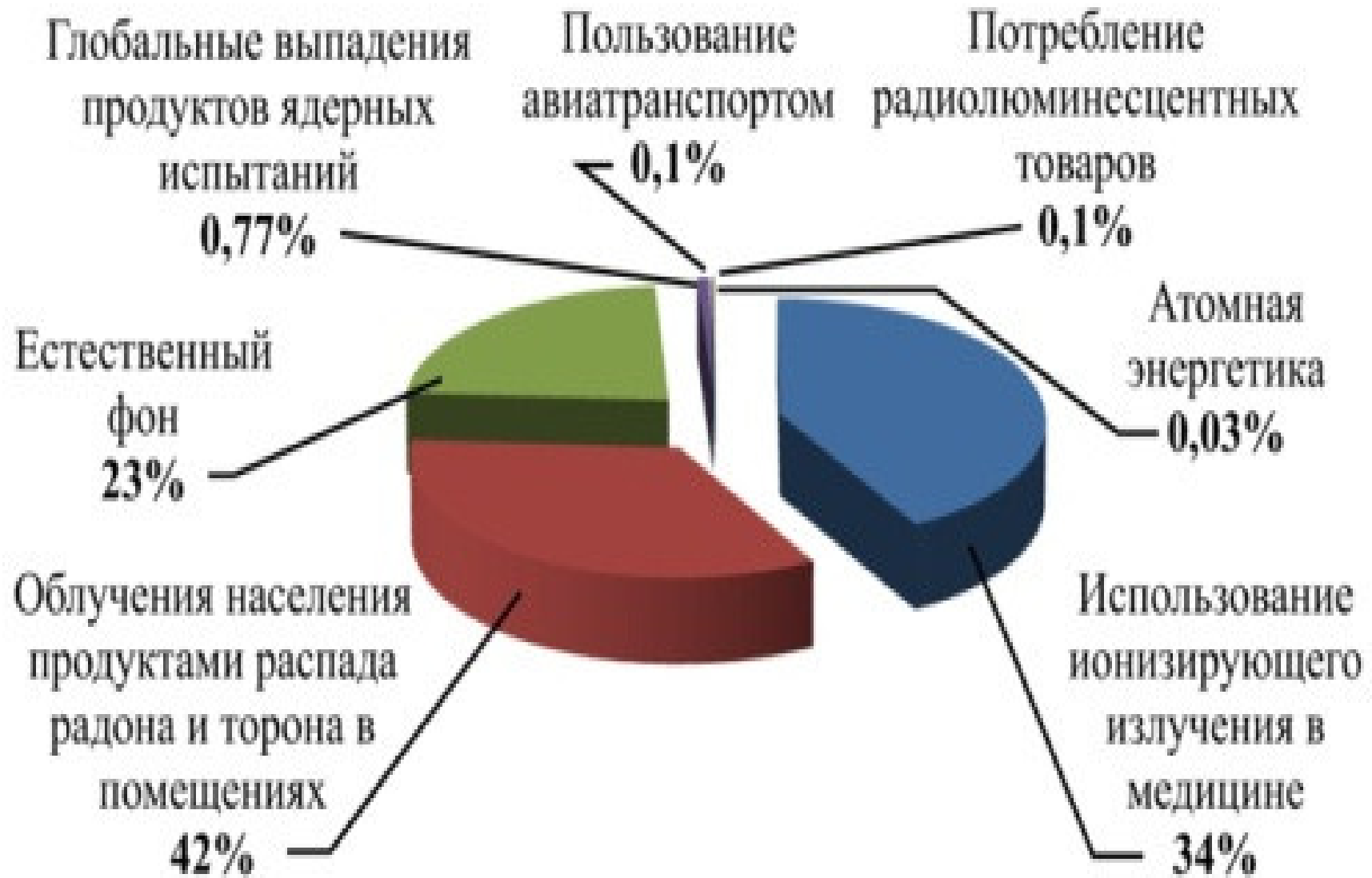


# Проблемы охраны окружающей среды от радиоактивных загрязнений



## Источники радиоактивного загрязнения окружающей среды:



Предприятия по добыче, переработке и получению расщепляющихся материалов и искусственных РН



Испытания ядерного оружия



Учреждения, предприятия и лаборатории, использующие РН в производственном процессе

# Всего на территории России действует



**29 энергетических реакторов**



**Энергетические реакторы на атомных подводных лодках**

**В России имеется 4 базы таких подводных лодок - 2 на Северном Ледовитом океане на Кольском полуострове и 2 на Тихом океане - в Приморье и на Камчатке**



**Надводный флот с энергетическими реакторами, представленный в основном ледоколами, базирующимися в Мурманске.**



**17 тысяч учреждений использующих радиоактивные вещества**

# Чернобыльская авария 26 апреля 1986 года



50 млн. различных радионуклидов и 50 млн. химически инертных радиоактивных газов

более 2 тыс. км,  
охватывающая более 20  
государств



В день аварии погиб 31 человек, а сотни и тысячи получили дозы радиации, приведшие к развитию лучевой болезни

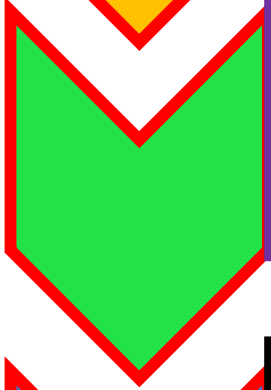
Эвакуировано 116,5 тысячи человек (91,6 тыс. - на Украине, 24,7 - в Белоруссии и около 1 тысячи в России)




## Предприятия по добыче, переработке и получению расщепляющихся материалов и искусственных РН (предприятия атомной промышленности)



- Урановые рудники



- Гидрометаллургические заводы по получению обогащенного урана;
- Заводы по очистке урановых концентратов



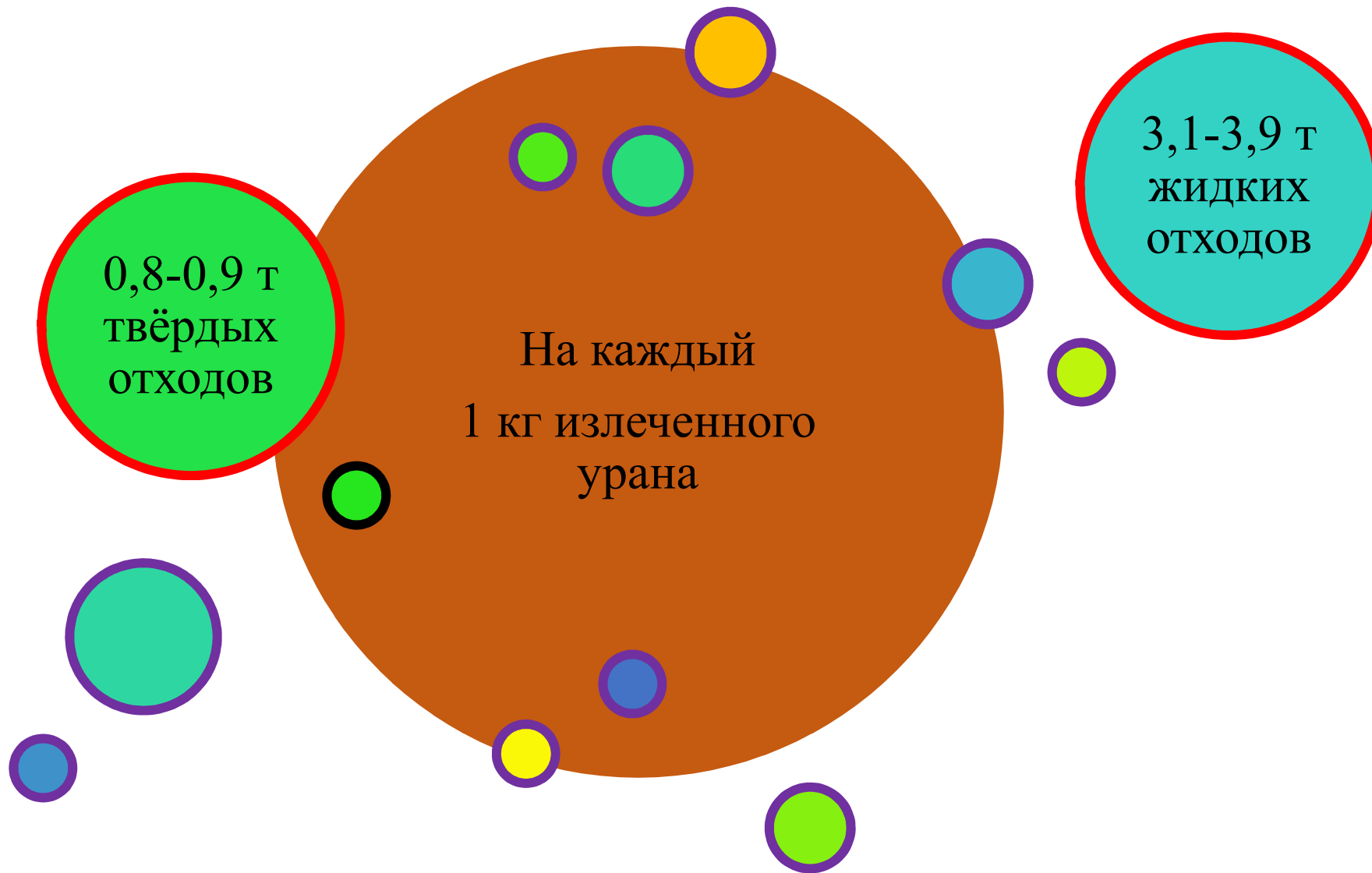
- Экспериментальные и энергетические реакторы;
- Заводы по изготовлению ядерного горючего



## Отходами, возникающими при добыче урановой руды, являются шахтные, рудные отвалы и рудничный воздух



- В отвалах содержатся сотые доли процента урана, радия – от  $5 \times 10^{-11}$  до  $1 \times 10^{-10}$  г/г.
- содержание **урана** шахтных водах достигает 0,3-10 мг/л, **радия** - 0,2-3,7 Бк/л. Объем откачиваемых шахтных вод может достигать  $2000 \text{ м}^3$  в сутки и более,
- В сутки в окружающую среду возможно поступление более 1 кг урана и до 0,2 мкг радия.





Переработка  
5000т руды

500 т твёрдой  
пульпы

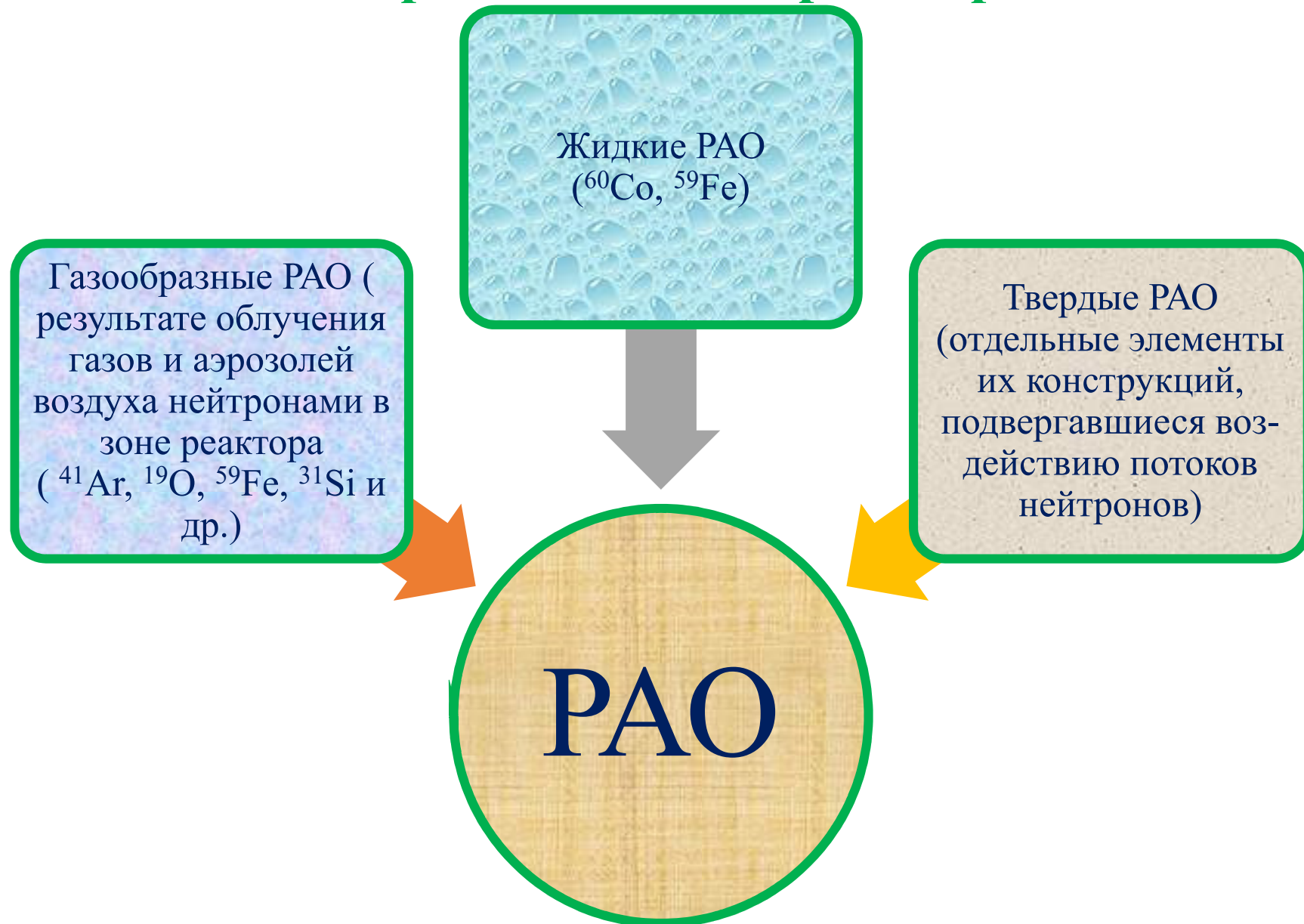
2000 м<sup>3</sup>

100 кг урана

74 МБк радия

110 ГБк  
радиоактивных  
элементов

# При эксплуатации атомных электростанций и экспериментальных реакторов



## Учреждения, предприятия и лаборатории, использующие радионуклиды в производственном процессе

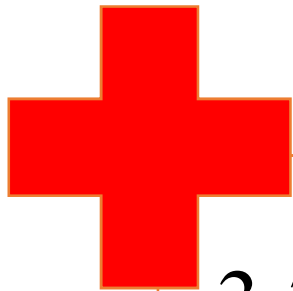
радиоизотопные лаборатории и радиологические отделения медицинских учреждений, применяющие открытые радионуклиды для целей терапии

лаборатории научно-исследовательских институтов, где проводят работы с открытыми радиоактивными веществами

Фасовка радионуклидов, эксперименты с облученными на реакторах материалами, изготовление радиоактивных препаратов



## При лечении злокачественных новообразований щитовидной железы



$3,7 \times 10^8$  Бк  $^{131}\text{I}$



В первые сутки  
из организма  
выводится 10-  
15% общей его  
активности



## Уровни загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами

### Основные источники поступления в атмосферу РН антропогенного происхождения В РФ в 2015 г



Выбросы радиационно-опасных объектов при их штатной работе

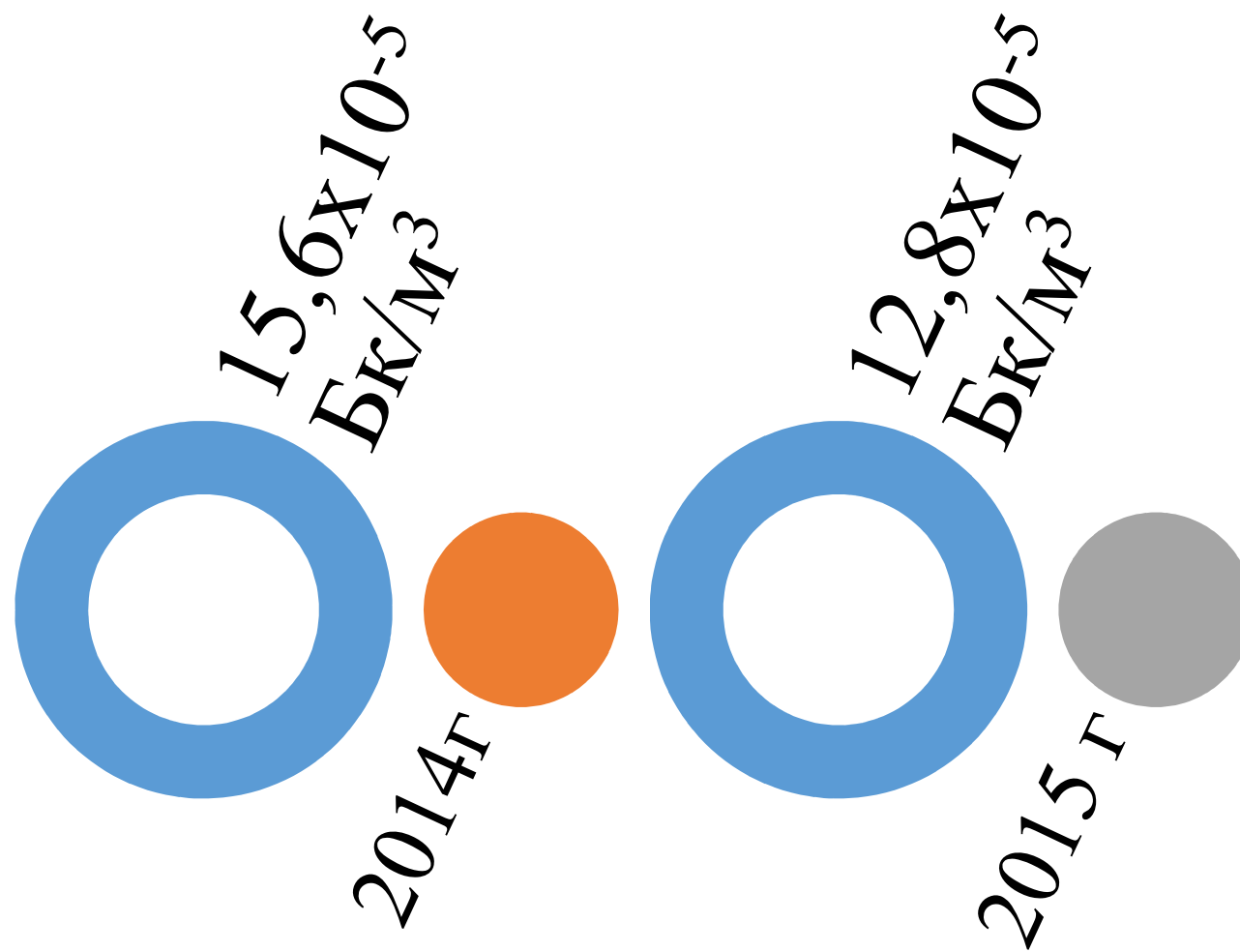


Ветровой подъём радиоактивных веществ с поверхности почв, загрязненных ранее выпадениями от испытаний ядерного оружия в атмосфере (отдельные регионы ЕТР и Западной Сибири)



Трансграничный перенос

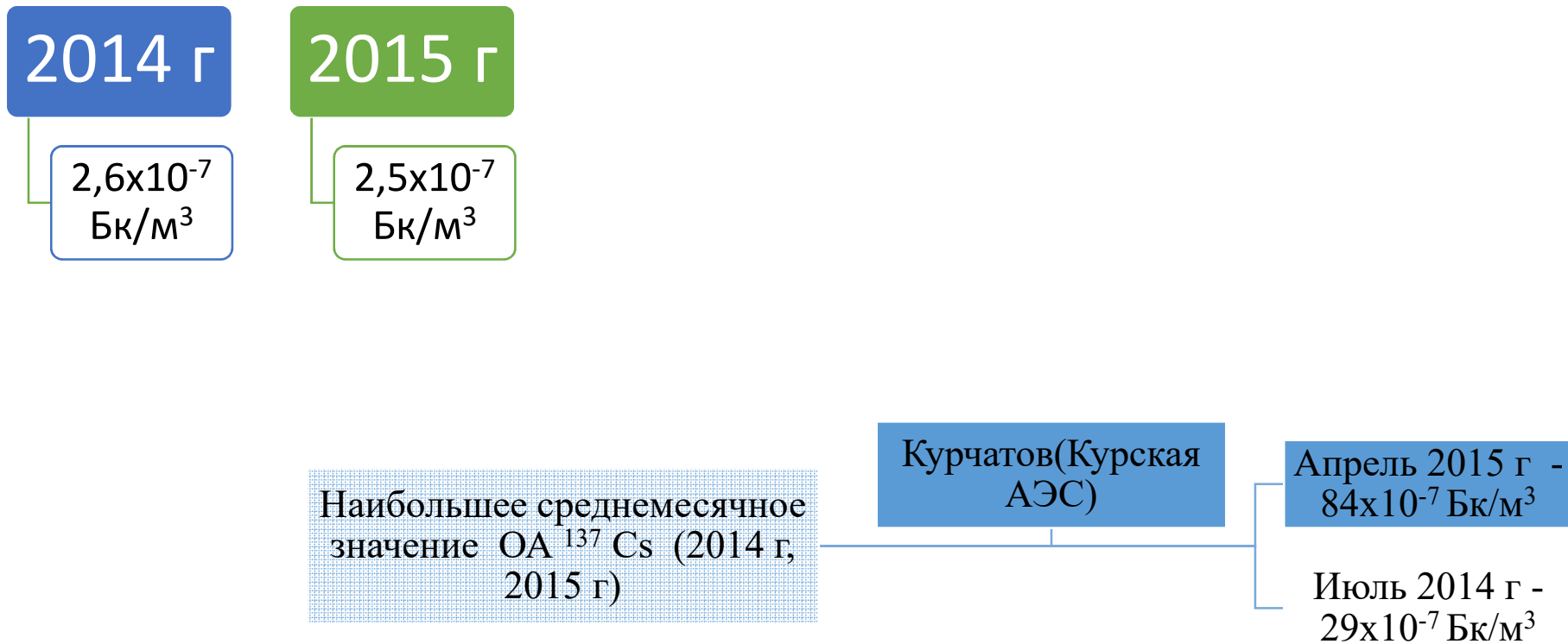
Средневзвешенное значение объемной суммарной бета-активности аэрозолей в приземном слое атмосферы на территории РФ за 9 месяцев 2015 г



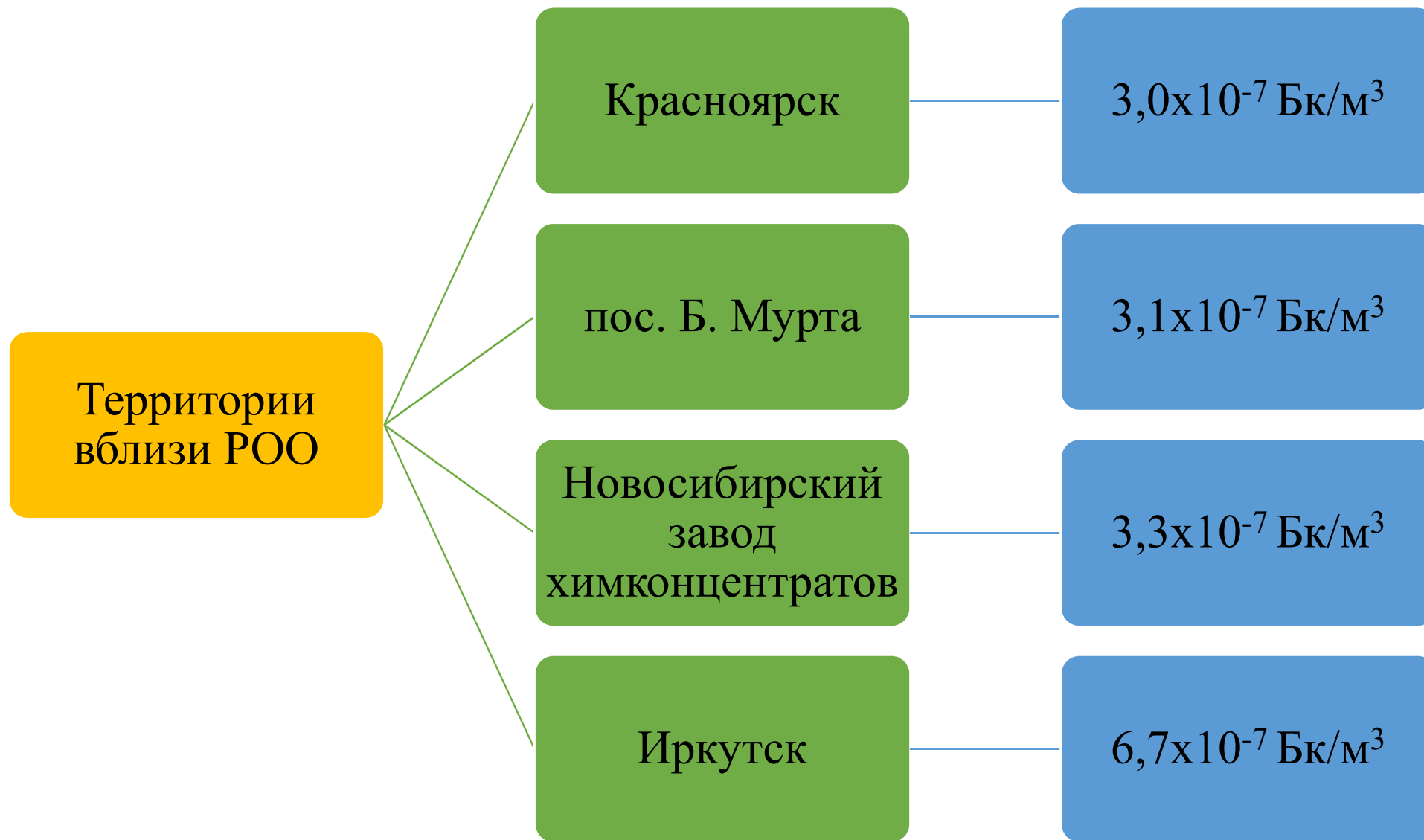
<b>Территории РФ</b>	<b>Значения суммарной бета-активности аэрозолей в приземном слое атмосферы, БК/м<sup>3</sup></b>
Европейская часть территории РФ	8,7x10 <sup>-5</sup>
Азиатская часть территории РФ	15,5x10 <sup>-5</sup>
Дальневосточный ФО	26,0x10 <sup>-5</sup>
Приволжский ФО	21,1x10 <sup>-5</sup>
Центральный ФО	16,3x10 <sup>-5</sup>
Северо-Западный ФО	5,4x10 <sup>-5</sup>



**Значение средневзвешенной по территории России ОА  $^{137}\text{Cs}$  в приземном слое воздуха составило:**



## Среднеквартальное значение ОА $^{90}\text{Sr}$ в атмосферном воздухе близи РОО



## Продукты деления и нейтронной активации в приземном слое атмосферы

Курчатов

- Марганец-54
- Хром-51
- Кобальт -58
- Железо-59
- Кобальт-60
- Ниобий-95
- Цезий-137

Курск

- Натрий-24
- Марганец -54
- Кобальт-60
- Серебро-110m
- Цезий -137

Нововоронеж

- Марганец-54
- Кобальт -58
- Кобальт-60
- Цезий -137



Среднемесячная ОА трития в атмосферных осадках за  
первое полугодие 2015

0,29 Бк/л  
Каменское,  
январь

5,2 Бк/л  
Новосибирск,  
июнь

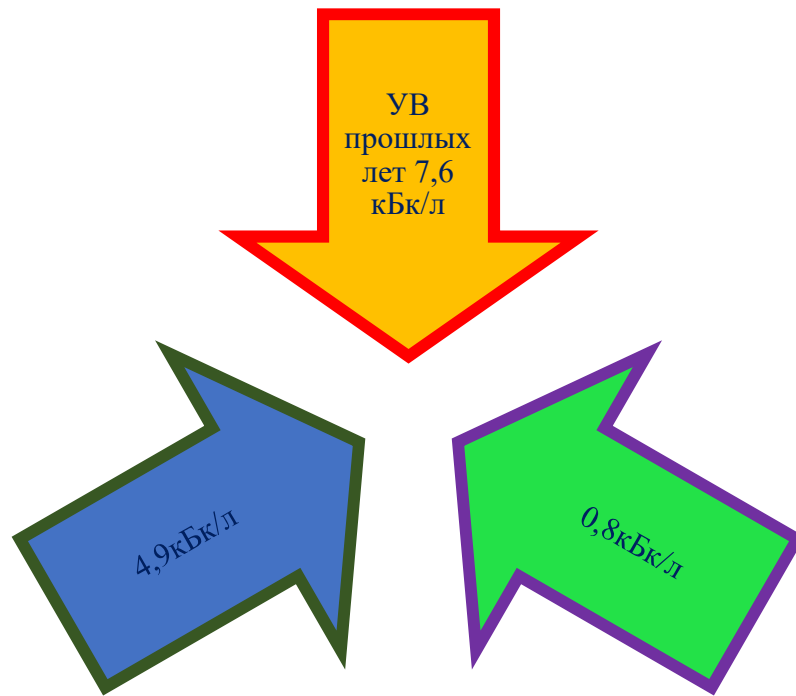
## В водах рек России ОА радионуклидов

За первое  
полугодие  
2015 г

среднее  
значение ОА  
 $^{90}\text{Sr}$  в воде

4,6 мБк/л –  
4,4 мБк/л

## ОА трития в воде рек России в 2015 г по данным Росгидромета



- На территории Кемеровской области в 2013–2015 гг. превышение содержания радионуклидов не зарегистрировано

## Результаты исследований плотности загрязнения почвы в 2012–2014 гг.

Радионуклиды	2012		2013		2014	
	Среднее значение кБк/м <sup>2</sup>	Макс. значение кБк/м <sup>2</sup>	Среднее значение кБк/м <sup>2</sup>	Макс. значение кБк/м <sup>2</sup>	Среднее значение кБк/м <sup>2</sup>	Макс. значение кБк/м <sup>2</sup>
<b>Cs-137</b>	1,98	2,79	0,34	1,41	0,34	1,41
<b>Sr-90</b>	1,61	2,00	не определялся	не определялся	не определялся	не определялся

## Характеристика радиоактивного загрязнения почвы Кемеровской области



Наличие техногенных радионуклидов в почве на территории Кемеровской области обусловлено глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов и показатели **не превышают средних значений**, характерных для равнинных территорий Российской Федерации



Данные по содержанию стронция-90 за 2013-2014 гг. отсутствуют, т.к. определение указанного радионуклида осуществляется при выявлении масштабных загрязнений



На территории Кемеровской области отсутствуют радиационные аномалии и загрязнения. Зоны техногенного радиоактивного загрязнения, образовавшиеся вследствие крупных радиационных аварий, в 2014 г. - 2015 г. не зафиксированы



- Сравнение указанных показателей с величиной загрязнения вследствие глобальных выпадений (2–3 кБк/м<sup>2</sup>) свидетельствует о том, что наличие техногенных радионуклидов в почве на территории Кемеровской области обусловлено глобальными выпадениями продуктов ядерных взрывов и показатели не превышают средних значений, характерных для равнинных территорий Российской Федерации.
- Данные по содержанию стронция-90 отсутствуют, т.к. определение указанного радионуклида осуществляется при выявлении масштабных загрязнений.
- На территории Кемеровской области отсутствуют радиационные аномалии и загрязнения. Зоны техногенного радиоактивного загрязнения, образовавшиеся вследствие крупных радиационных аварий, в 2014 г. не зафиксированы.

- Мощность **ЭКСПОЗИЦИОННОЙ ДОЗЫ** **гамма-излучения** на местности, в том числе в зонах расположения РОО, за пределами зон загрязнения, обусловленных чернобыльской аварией и другими радиационными авариями, в целом, находилась в пределах естественного фона **(0,09-0,16 мкЗв/час)**





- Радиационная обстановка на территории РФ остается стабильной, содержание радионуклидов антропогенного происхождения в атмосферном воздухе, почвах, осадках, речных водах сохранилась на уровне 2010-2014 годов

## *Обращение с радиоактивными отходами*

- К радиоактивным отходам (РАО) относятся растворы, изделия, материалы, биологические объекты, содержащие радионуклиды в количестве, превышающем величины, установленные действующими санитарными правилами и не подлежащие дальнейшему использованию. К радиоактивным отходам также относятся отработавшие источники ионизирующих излучений.



**По агрегатному  
состоянию РАО  
подразделяются**

```
graph TD; A[По агрегатному состоянию РАО подразделяются] --> B[жидкие]; A --> C[твердые]; A --> D[газообразные];
```

**жидкие**

**твердые**

**газообразные**

## ***Жидкие РАО***

- органические и неорганические жидкости, шламы, не подлежащие дальнейшему использованию, в которых суммарная объемная активность радионуклидов более чем в 10 раз превышает значения, приведенные в приложении НРБ-99/2009



## *Твердые РАО*

1) отработавшие свой ресурс РН источники, не предназначенные для дальнейшего применения материалы, изделия, оборудование, биологические объекты;

2) отвержденные жидкие радиоактивные отходы, с повышенной удельной активностью радионуклидов

При неизвестном радионуклидном составе **твердые отходы** считаются радиоактивными, если их удельная активность:

более 100 кБк/кг - для  $\beta$ -излучающих радионуклидов;

10 кБк/кг - для  $\alpha$ -излучающих радионуклидов;

1 кБк/кг - для трансурановых радионуклидов.



## *Газообразные РАО*

не подлежащие использованию радиоактивные газы и аэрозоли, образующиеся при производственных процессах.

**γ-излучающие отходы  
неизвестного состава  
считаются радиоактивными,  
если**

**мощность поглощенной дозы у  
их поверхности (0,1 м)  
превышает 0,1 мГр/ч над  
фоном**

Для предварительной сортировки твердых отходов рекомендуется использовать уровень радиоактивного загрязнения и мощность дозы  $\gamma$ -излучения на расстоянии 0,1 м от поверхности:

низкоактивные - 0,001  
до 0,3 мГр/ч;

среднеактивные - от 0,3  
до 10 мГр/ч;

высокоактивные -  
более 10 мГр/ч.

*Отходы с повышенным содержанием природных радионуклидов относятся к радиоактивным отходам в случае, если выполняются следующие условия:*

- *для твердых отходов:*

$$A_{\text{Ra}} + 1,3 \times A_{\text{Th}} + 0,09 \times A_{\text{K}} > 10 \text{ Бк/г};$$

- *для жидких отходов:*

$$A_{\text{U}} + 2,14 \times A_{\text{Th}} > 0,13 \text{ Бк/г}$$

где:

$A_{\text{Ra}}$ -удельная активность  $^{226}\text{Ra}$ , Бк/г;

$A_{\text{K}}$ -удельная активность  $^{40}\text{K}$ , Бк/г;

$A_{\text{U}}$ -удельная активность  $^{238}\text{U}$ , Бк/г.

Предполагается, что радионуклиды  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{238}\text{U}$  в отходах находятся в радиоактивном равновесии со своими дочерними радионуклидами.

Таблица 3.1

## Классификация жидких и твердых радиоактивных отходов

Категория отходов	Удельная активность, кБк/кг			
	тритий	бета-излучающие радионуклиды (исключая тритий)	альфа-излучающие радионуклиды (исключая трансураниевые)	трансураниевые радионуклиды
Твердые РАО				
Очень низкоактивные	до 10 <sup>7</sup>	до 10 <sup>3</sup>	до 10 <sup>2</sup>	до 10
Низкоактивные	от 10 <sup>7</sup>	от 10 <sup>3</sup>	от 10 <sup>2</sup>	от 10 <sup>2</sup>
	до 10 <sup>8</sup>	до 10 <sup>4</sup>	до 10 <sup>3</sup>	до 10 <sup>2</sup>
Среднеактивные	от 10 <sup>8</sup>	от 10 <sup>4</sup>	от 10 <sup>3</sup>	от 10 <sup>2</sup>
	до 10 <sup>11</sup>	до 10 <sup>7</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>5</sup>
Высокоактивные	более 10 <sup>11</sup>	более 10 <sup>7</sup>	более 10 <sup>6</sup>	более 10 <sup>5</sup>
Жидкие РАО				
Низкоактивные	до 10 <sup>4</sup>	до 10 <sup>3</sup>	до 10 <sup>2</sup>	до 10
Среднеактивные	от 10 <sup>4</sup>	от 10 <sup>3</sup>	от 10 <sup>2</sup>	от 10 <sup>5</sup>
	до 10 <sup>8</sup>	до 10 <sup>7</sup>	до 10 <sup>6</sup>	до 10 <sup>5</sup>
Высокоактивные	до 10 <sup>8</sup>	до 10 <sup>7</sup>	более 10 <sup>6</sup>	более 10 <sup>5</sup>

Таблица 3.2

Классификация твердых РАО по уровню поверхностного  
радиоактивного загрязнения

Категория РАО	Уровень поверхностного радиоактивного загрязнения, част. / (см <sup>2</sup> x мин.)	
	бета-излучающие радионуклиды	альфа-излучающие радионуклиды
Очень низкоактивные	3 от 500 до 10	2 от 50 до 10
Низкоактивные	3 4 от 10 до 10	2 3 от 10 до 10
Среднеактивные	4 7 от 10 до 10	3 6 от 10 до 10
Высокоактивные	7 более 10	6 более 10

Для каждого юридического или физического лица, планирующего работы с открытыми радионуклидными источниками (радиоактивными веществами в открытом виде), проектом должна быть определена система обращения с радиоактивными отходами в местах их образования. Проведение работ с открытыми радионуклидными источниками (радиоактивными веществами в открытом виде) без наличия условий для сбора и временного хранения радиоактивных отходов не допускается.



Выброс техногенных радионуклидов в атмосферный воздух осуществляется в соответствии с нормативами допустимых выбросов и разрешительными документами, устанавливаемыми (получаемыми) в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды и законодательством об охране атмосферного воздуха.

Газообразные радиоактивные отходы подлежат выдержке и (или) очистке на фильтрах с целью снижения их активности.







Система обращения с жидкими и твердыми радиоактивными отходами включает:

- 1. сбор*
- 2. сортировку, упаковку*
- 3. временное хранение*
- 4. кондиционирование (концентрирование, отверждение, прессование, сжигание)*
- 5. транспортирование, длительное хранение и (или) захоронение*

**Сбор радиоактивных отходов должен производиться непосредственно в местах их образования отдельно от обычных отходов с учетом:**

**категории отходов;**

**агрегатного состояния  
(твердые, жидкие);**

**физических и  
химических  
характеристик;**

**природы  
(органические и  
неорганические);**

**периода полураспада  
радионуклидов,  
находящихся в  
отходах (менее 15  
суток, более 15 суток);**

**взрыво- и  
огнеопасности;**

**принятых методов  
переработки отходов**



- Для сбора радиоактивных отходов на радиационном объекте должны быть предусмотрены специальные сборники. Для первичного сбора твердых радиоактивных отходов могут быть использованы пластиковые или бумажные мешки, которые затем загружаются в сборники-контейнеры.
- Места расположения сборников при необходимости должны обеспечиваться защитными приспособлениями для снижения излучения за их пределами до допустимого уровня.

Для временного хранения и выдержки сборников с радиоактивными отходами, создающими у поверхности дозу гамма-излучения более 2 мЗв/ч, должны использоваться специальные защитные колодцы или ниши.

Извлечение сборников отходов из колодцев и ниш необходимо производить с помощью специальных устройств, снижающих уровни облучения обслуживающего персонала.





Жидкие радиоактивные отходы собираются в специальные емкости. Их следует концентрировать и отверждать на объекте, где они образуются, или в специализированной организации по обращению с радиоактивными отходами.

Захоронение жидких низкоактивных и среднеактивных радиоактивных отходов в недрах в пределах горного отвода, в границах которого такие жидкие радиоактивные отходы должны быть локализованы, допускается исключительно в пунктах глубинного захоронения радиоактивных отходов.

На радиационных объектах, где возможно образование значительного количества жидких радиоактивных отходов (более 200 л в день), проектом должна быть предусмотрена система спецканализации.

В спецканализацию не должны попадать нерадиоактивные стоки.



- Временное хранение радиоактивных отходов различных категорий должно осуществляться в отдельном помещении либо на специально выделенном участке, оборудованном в соответствии с требованиями, предъявляемыми к помещениям для работ II класса. Хранение радиоактивных отходов следует осуществлять в специально предназначенных для этого контейнерах.



Радиоактивные отходы, содержащие радионуклиды с периодом полураспада менее 15 суток, собираются отдельно от других радиоактивных отходов и выдерживаются в местах временного хранения для снижения их удельной активности до уровней, не превышающих приведенных в [пункте 3.12.1](#) Санитарных Правил ОСПОРБ 99/2010)





- Самовоспламеняющиеся и взрывоопасные радиоактивные отходы должны быть переведены в неопасное состояние до отправки на захоронение, при этом должны быть предусмотрены меры радиационной и пожарной безопасности.





- Выбор мест захоронения радиоактивных отходов должен производиться с учетом гидрогеологических, геоморфологических, тектонических и сейсмических условий. При этом должна быть обеспечена радиационная безопасность населения и окружающей среды в течение всего срока изоляции отходов с учетом долговременного прогноза.

Годовая эффективная доза облучения критической группы населения при всех видах обращения с радиоактивными отходами до их захоронения не должна превышать 0,1 мЗв. Годовая эффективная доза облучения критической группы населения за счет радиоактивных отходов после их захоронения не должна превышать 0,01 мЗв.

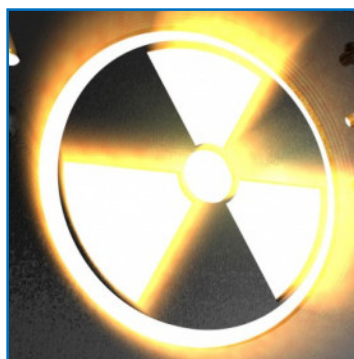


# Охрана окружающей среды от радиоактивных загрязнений обеспечивается следующими мерами:

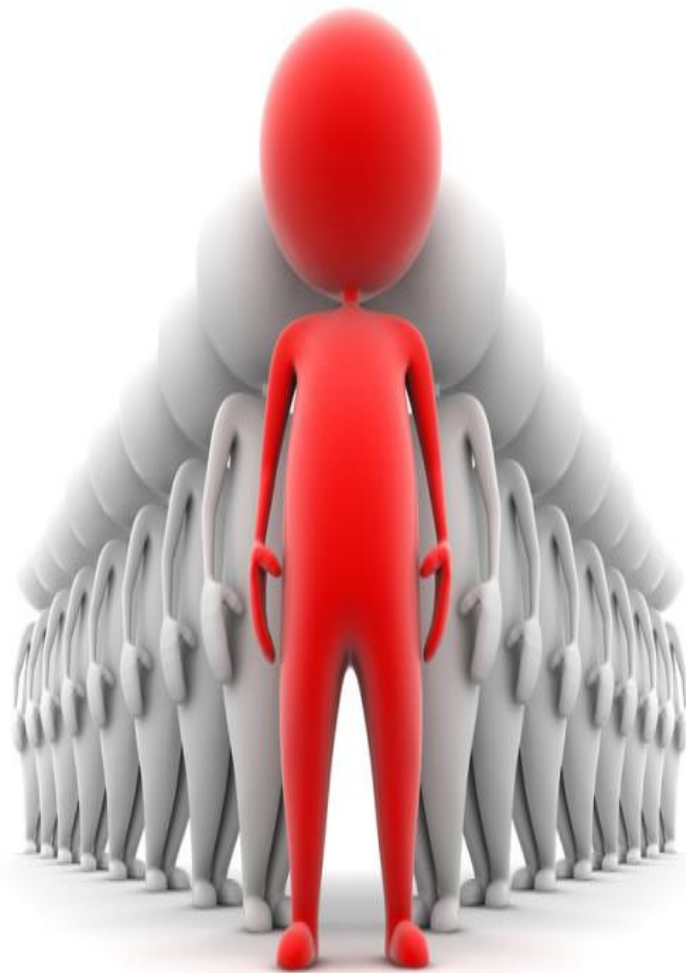


Использованием совершенной технологии производства, которая сводит к минимуму количество образующихся радиоактивных отходов и предупреждает их утечку (герметизация процессов, связанных с образованием радиоактивных газов и аэрозолей, применение оборотного цикла водоснабжения и т.д.)

Методами обезвреживания, централизованного сбора и хранения радиоактивных отходов



Организацией СЗЗ и планировочными мероприятиями



- Оценка состояния радиационной безопасности в организации и в каждом регионе должна основываться на следующих показателях, предусмотренных [Федеральным законом N 3-ФЗ](#):
  - характеристика радиоактивного загрязнения окружающей среды;
  - анализ обеспечения мероприятий по радиационной безопасности и выполнения норм, правил и гигиенических нормативов в области радиационной безопасности;
  - вероятность радиационных аварий и их масштаб;
  - степень готовности к эффективной ликвидации радиационных аварий и их последствий;
  - анализ доз облучения, получаемых персоналом и отдельными группами населения от всех источников ионизирующего излучения;
  - число лиц, подвергшихся облучению выше установленных пределов доз облучения;
  - показатель радиационного риска.