

# «Эффекты Радиационного Воздействия».

С.А.Романов

Озерск, 18.04.2019

# Крупнейшие радиационные события

- Врачи рентгенологи;
- «Радиевые девчонки»;
- Бомбардировка Хиросимы и Нагасаки;
- Создание А-бомбы в СССР (Маяк, Теча)
- Облучение детей марокканских евреев;
- Авария 1957 года;
- Авария на ЧАЭС;
- Потеря источника в Гайане (Бразилия);
- Авария на АЭС в Японии.

# Врачи рентгенологи

После открытия «рентгеновских лучей» врачи во всем мире бросились экспериментировать на себе и своих близких.



# Мемориал Радиологии

«Памятник посвящается рентгенологам и радиологам всех наций, врачам, физикам, химикам, техникам, лаборантам и сестрам, пожертвовавшим своей жизнью в борьбе против болезней их ближних. Они героически прокладывали путь к эффективному и безопасному применению рентгеновских лучей и радия в медицине. Слава их бессмертна». На монументе нанесены 359 имен, в том числе 13 наших соотечественников.

# Вывод

В 1928 году создана Международная Комиссия по Радиологической защите, которая занимается разработкой стандартов радиационной безопасности.

## «Радиевые девчонки»

Работницы, которые занимаясь окраской стрелок и циферблатов часов радиусодержащей краской.

Около 4000 девушек в 1917—1926 годах работали в США и Канаде.





# «Радиевые девчонки» (2)

У 15 из них развился рак скелета в челюсти.

Работодатели сказали, что это сифилис!

Изобретатель технологии скончался в ноябре 1928 года, став 16-й известной жертвой отравления радием. Рак развился в кистях рук, а не в челюсти.

# Выводы

К концу 1928 года заключено Мировое соглашение:

единовременная выплата каждой из «радиевых девушек» 10000 долларов (137000 долларов в ценах 2014 года);

ежегодная пенсия в 600 долларов (8200 долларов в ценах 2014 года) до конца их жизни, и оплата всех правовых и медицинских расходов, связанных с полученной болезнью.

# Бомбардировка Хиросимы и Нагасаки;

06.08.1945 урановая бомба «Малыш»  
сброшена на Хиросиму;

09.08.1945 плутониевая бомба «Толстяк»  
сброшена на Нагасаки.

Сразу погибло до 226 тысяч человек.

# Выводы

Целый комплекс событий, которые привели, к тому, что человечество уже 74 года не применяет атомное оружие.

С 1950 года создана когорта «выживших» после трагедии. Все современные стандарты разработаны на материалах этой когорты.

# Создание А-бомбы в СССР (Теча)

Сброс радиоактивных отходов ПО «Маяк» в реку Теча.

Впервые в истории значительная часть территории была загрязнена радионуклидами.

Огромный материальный ущерб.  
Эвакуация населения.

# Выводы

Создан институт  
(УНПЦ РМ в Челябинске), который  
изучает последствия и наблюдает и лечит  
пострадавших жителей и их потомков.

# Облучение детей марокканских евреев

В период 1948-60 годы несколько десятков тысяч детей евреев из африканских стран получили облучение головы на предмет лечения от стригущего лишая.

Дозы более 0.5 Гр.

Отдаленные последствия – тяжелые.

# Авария 1957 года;

Взрыв банки – хранилища радиоактивных отходов.

Высокие дозы облучения военных строителей и заключенных (до 1 Гр).

Загрязнена обширная территория.

Эвакуация населения.



# Выводы

Создан институт  
(ОНИС в Озерске), который накопил  
огромный опыт по реабилитации  
загрязненных территорий.

# Авария на ЧАЭС;

28 человек погибло.

Миллионы наших соотечественников – «ликвидаторы» Чернобыльской аварии.

Огромная территория загрязнена.

Значительный материальный ущерб.

# Потеря источника в Гайане (Бразилия)

Из заброшенного госпиталя в Гойане был украден радиоактивный источник (93 грамма хлорида цезия-137).

Начальник свалки принес «забавную вещицу» домой. Это привело к четырем смертельным случаям. Около 112 000 человек были обследованы, а у 249 были обнаружены значительные количества радиоактивного материала в организме.

# Авария на АЭС в Японии

Радиационных пострадавших нет.

12 человек получили дозы более 0.5 Зв.

Около 100 тысяч эвакуировано.

Огромный материальный ущерб.

Особенности облучения  
персонала и населения на ПО  
«Маяк»

# Основные даты

- 1945, ноябрь – Начало строительства;
- 1948, июнь – пуск реактора;
- 1948, декабрь – пуск радиохимического завода;
- 1949, февраль – пуск химико-металлургического завода;
- 1949, август – испытание атомной бомбы.

# Причины переоблучения персонала

- Необходимость сделать А-бомбу в кратчайшие сроки;
- Недостатки в технологии;
- Отсутствие опыта работы у персонала;
- Отсутствие средств радиационной защиты;
- Преобладание ручного труда.

# Реакторный завод

- Расплавление сборки в канале реактора, вследствие перебоев с охлаждением. Зачастую каналы рассверливали при работающем реакторе. Цена ликвидации аварии составляет 5000-10000 мЗв на случай.
- Рассыпание урановых блочков при выгрузке сборки из реактора. Авария ликвидировалась вручную.
- Время выдержки сборки в бассейне составляло 20-30 суток. С 1960 года - 120-140 суток.
- Полностью проблема урегулирована к 1965 году.



# Радиохимический завод

- Облучение от короткоживущих радионуклидов.
- В отличии от США для экономии времени и средств была принята вертикальная планировка здания завода. Раствор подавался на верхний этаж. В результате прорыва труб и недостаточной изоляции меж-этажных перекрытий загрязнялось все здание.
- Сбросы в радиоактивных отходов в открытую гидрографическую сеть.
- Неконтролируемые газо-аэрозольные выбросы (благородные газы и радиойод)
- Здание с горизонтальной планировкой было построено к 1960 году.

# Химико-металлургический завод

- Плутоний для первой советской А-бомбы получен в экспериментальной мастерской в неприспособленном помещении.
- Все работы проводились вручную.
- Средства защиты органов дыхания отсутствовали.
- Помещения не были изолированы друг от друга.
- 80% персонала составляли 25-30 летние девушки.



Здание 9  
262

Л.П. Сохина, Я.И. Колотинский, Г.В. Халтурин

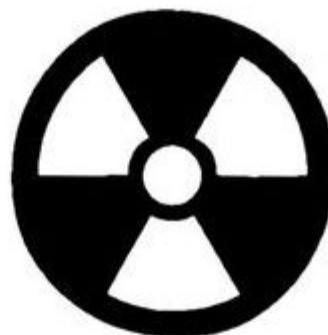
# ПЛУТОНИЙ

*в девичьих  
руках*



документальная повесть

**Книга издана  
при финансовой поддержке  
Южно-Уральского института  
биофизики (ЮУрИБФ)**

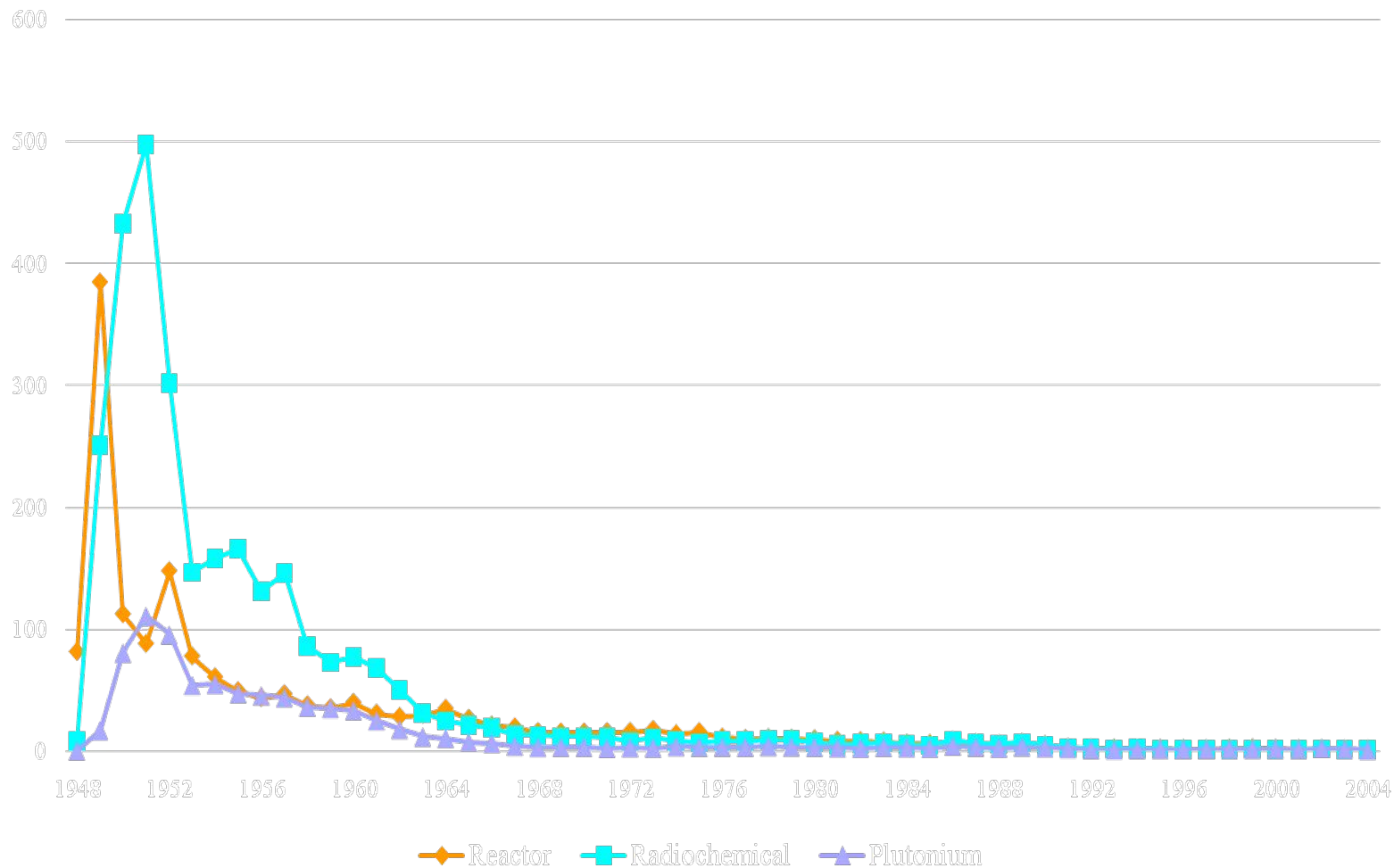


**Челябинск-65  
2003**

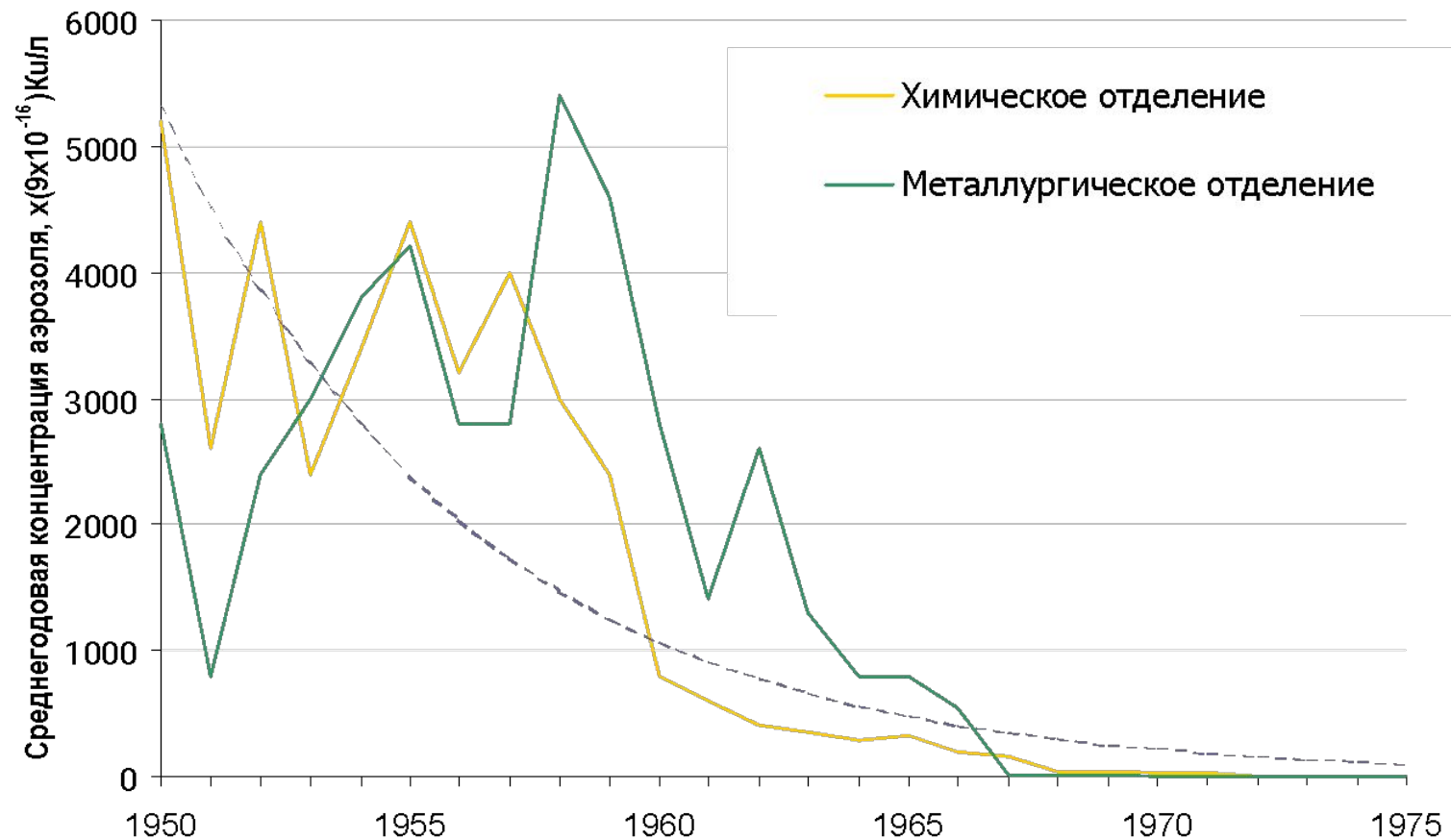
# Химико-металлургический завод (2)

- Основное здание завода было построено в конце 1949 года.
- Существовала проблема облучения персонала от короткоживущих радионуклидов.
- Средства индивидуальной защиты органов дыхания введены в 1958 году.
- Современное здание завода построено в 1971 году.

# Среднегодовые дозы внешнего облучения, мГр



# Концентрация альфа-активных аэрозолей в воздухе \*



\* По данным Ф.Д. Третьякова

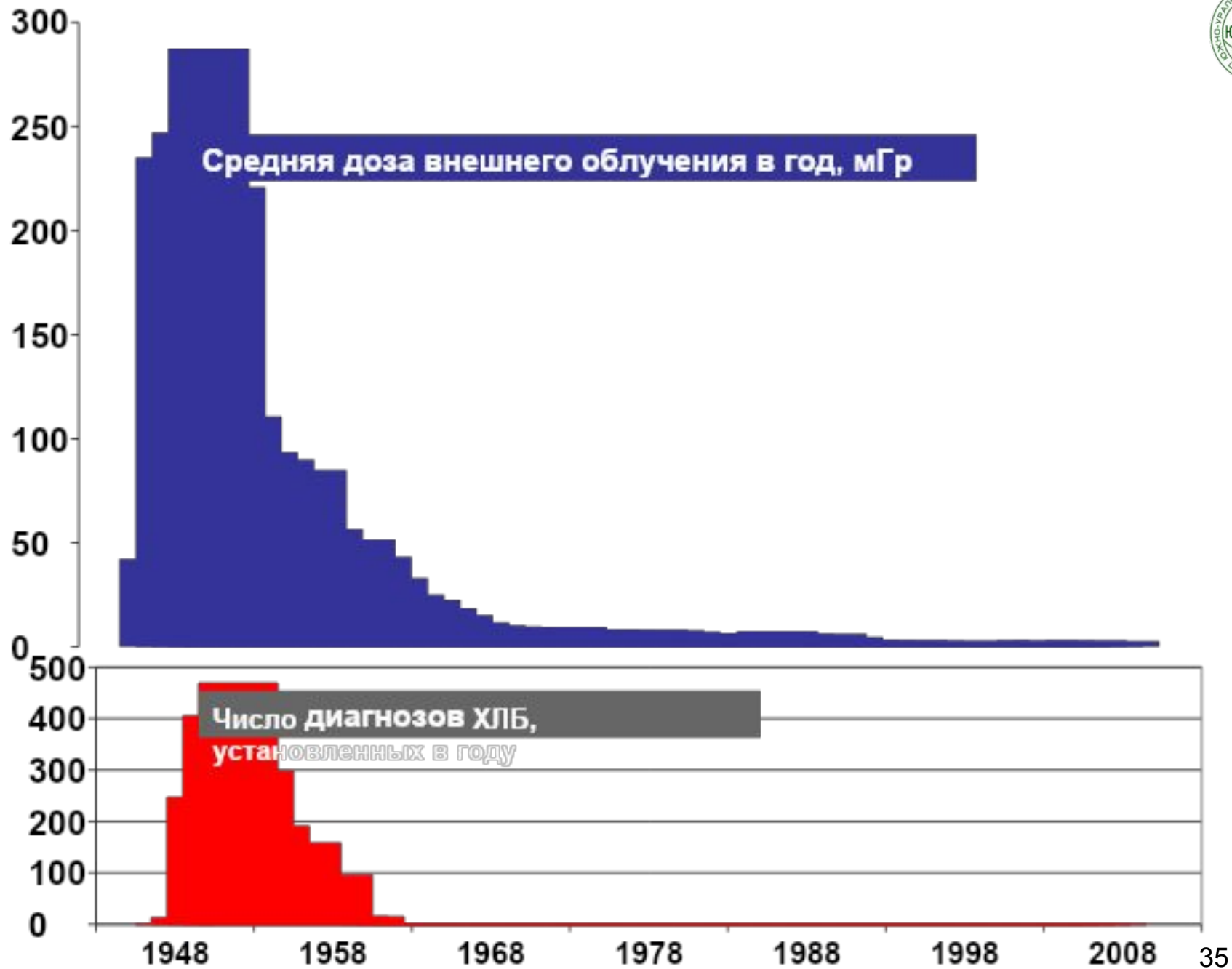


# Когорта персонала ПО «Маяк»

- 26000 рабочих, нанятых в период 1948-1982 гг.;
- 25% женщины;
- комбинированное внешнее и внутреннее облучение от инкорпорированного плутония;
- длительное хроническое облучение.

# Детерминированные эффекты в когорте работников ПО «Маяк»

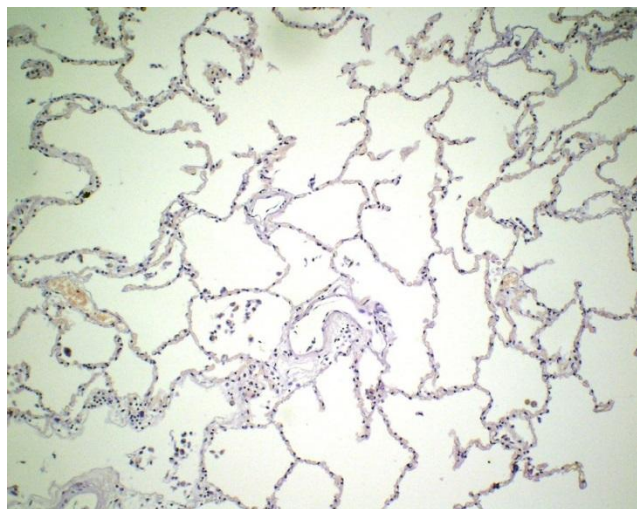
Эффекты	Случаи
Острая лучевая болезнь	59
Хроническая лучевая болезнь	2161
Плутониевый пневмосклероз	123
Радиационная катаракта	5



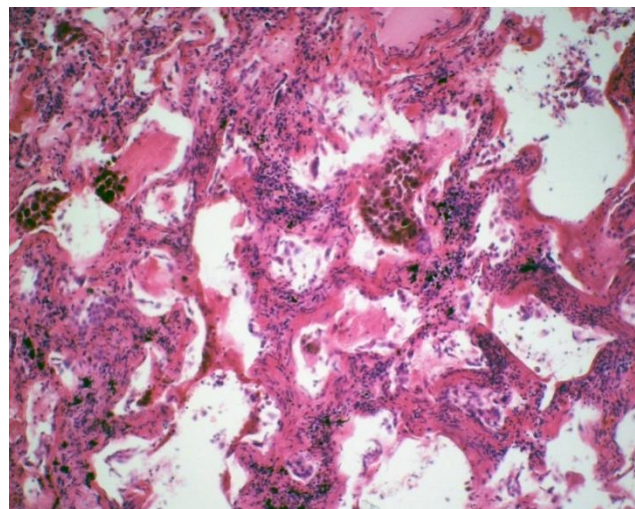
# Производство плутония

- К 1952 году был выявлен другой поражающий фактор
  - внутреннее облучение персонала при ингаляционном поступлении плутония (Pu)

# Диагностика и лечение профзаболеваний, связанных с внутренним альфа-облучением от инкорпорированного плутония

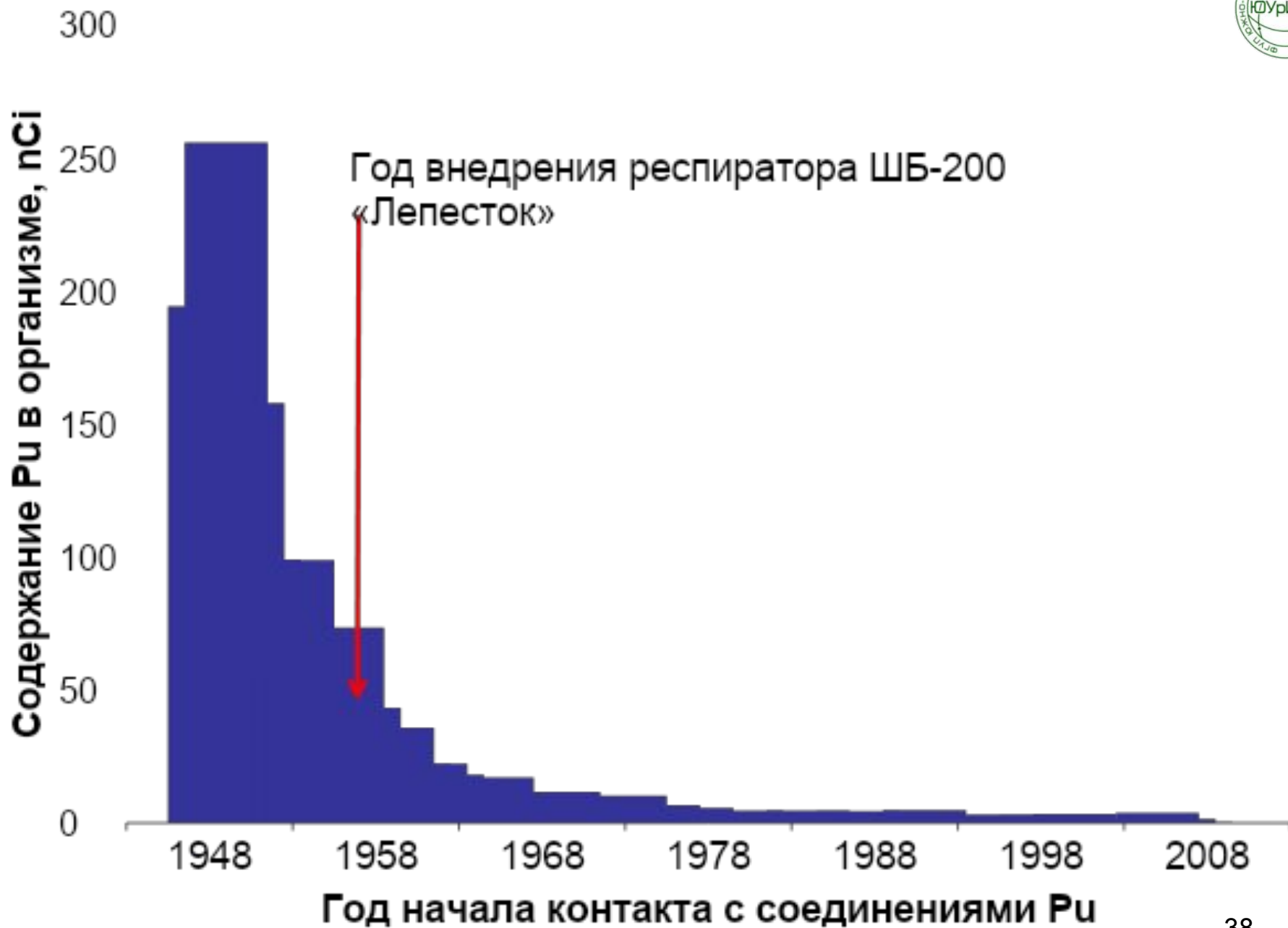


Нормальное  
легкое

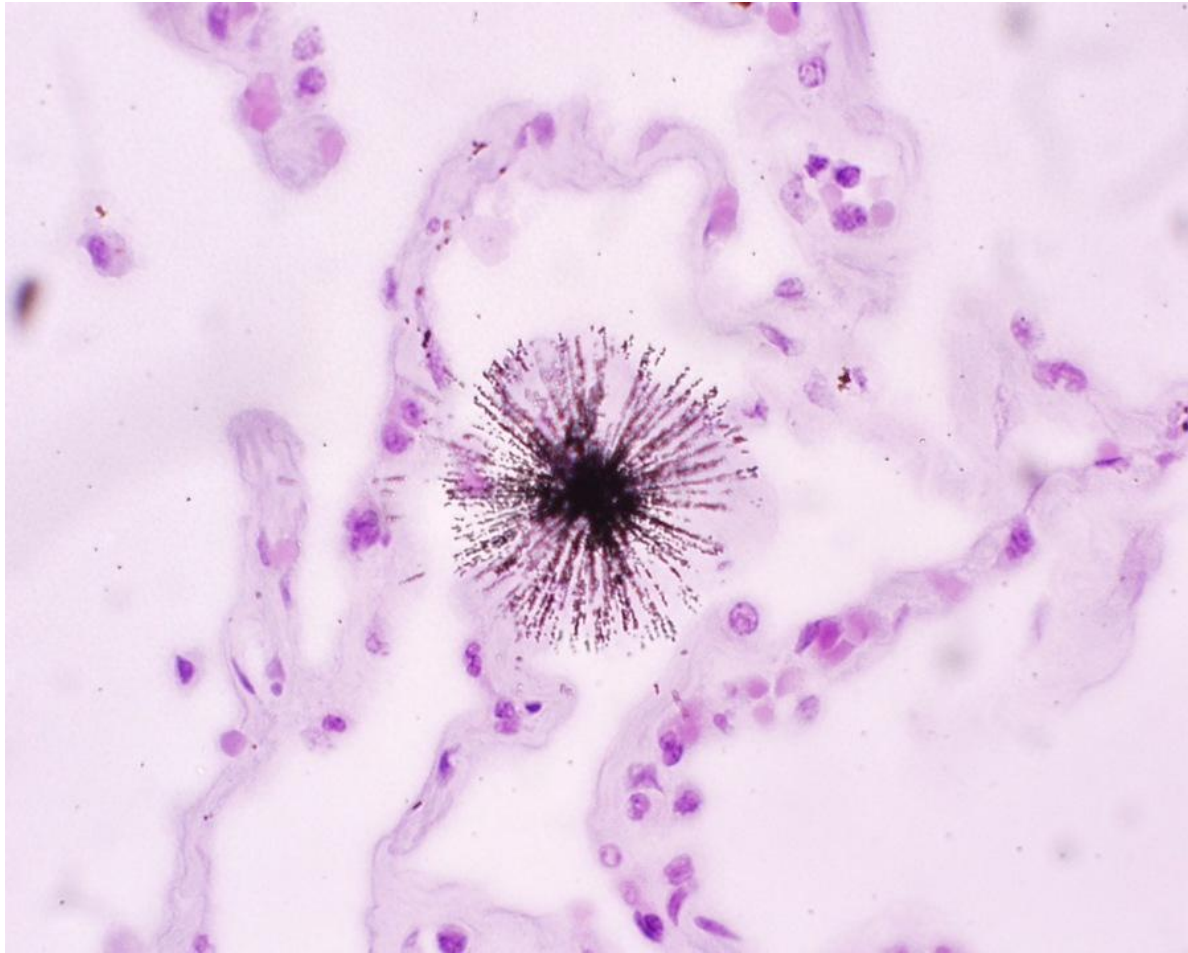


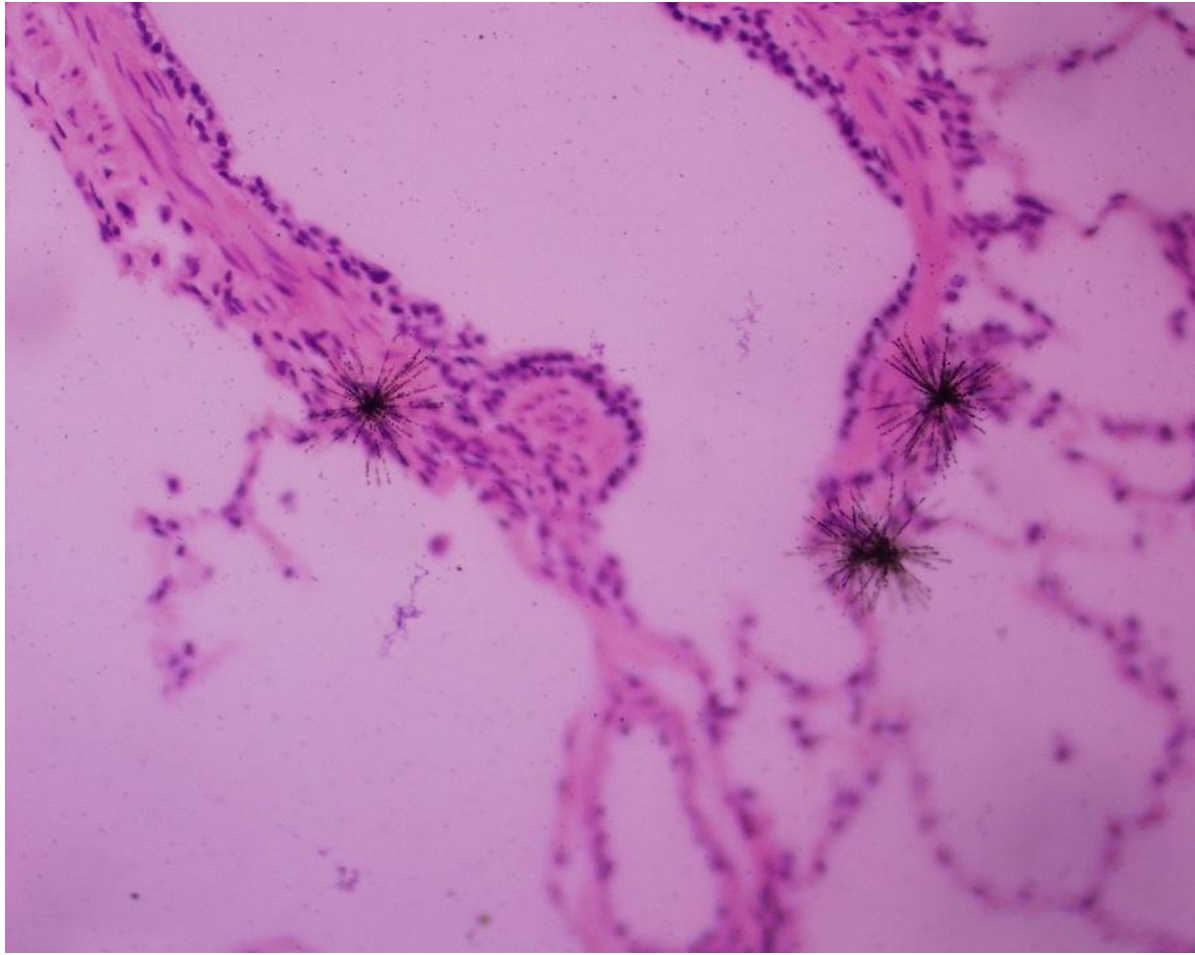
Пневмосклеро<sup>3</sup>

- 24.10.1953 г. зарегистрирован первый <sup>3</sup> случай плутониевого пневмосклероза;
- Впервые в мире дано описание клиники и патогенеза пневмосклероза, вызванного поступлением плутония;

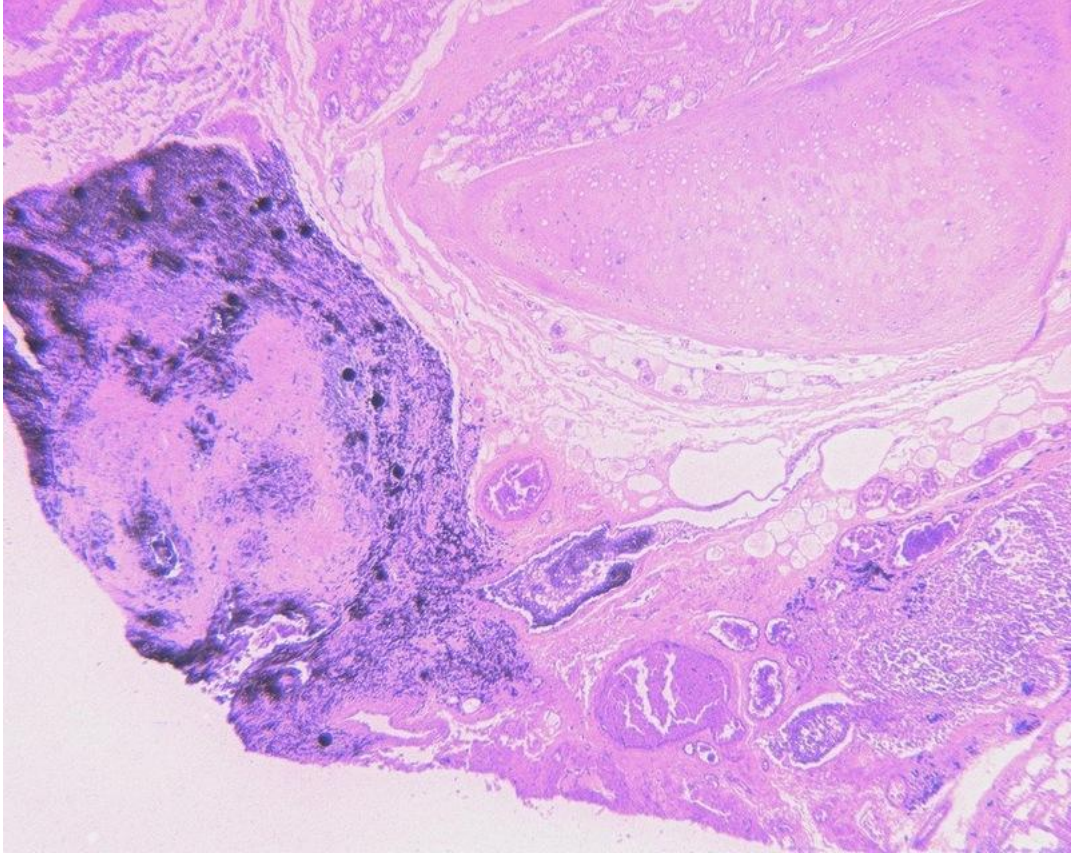


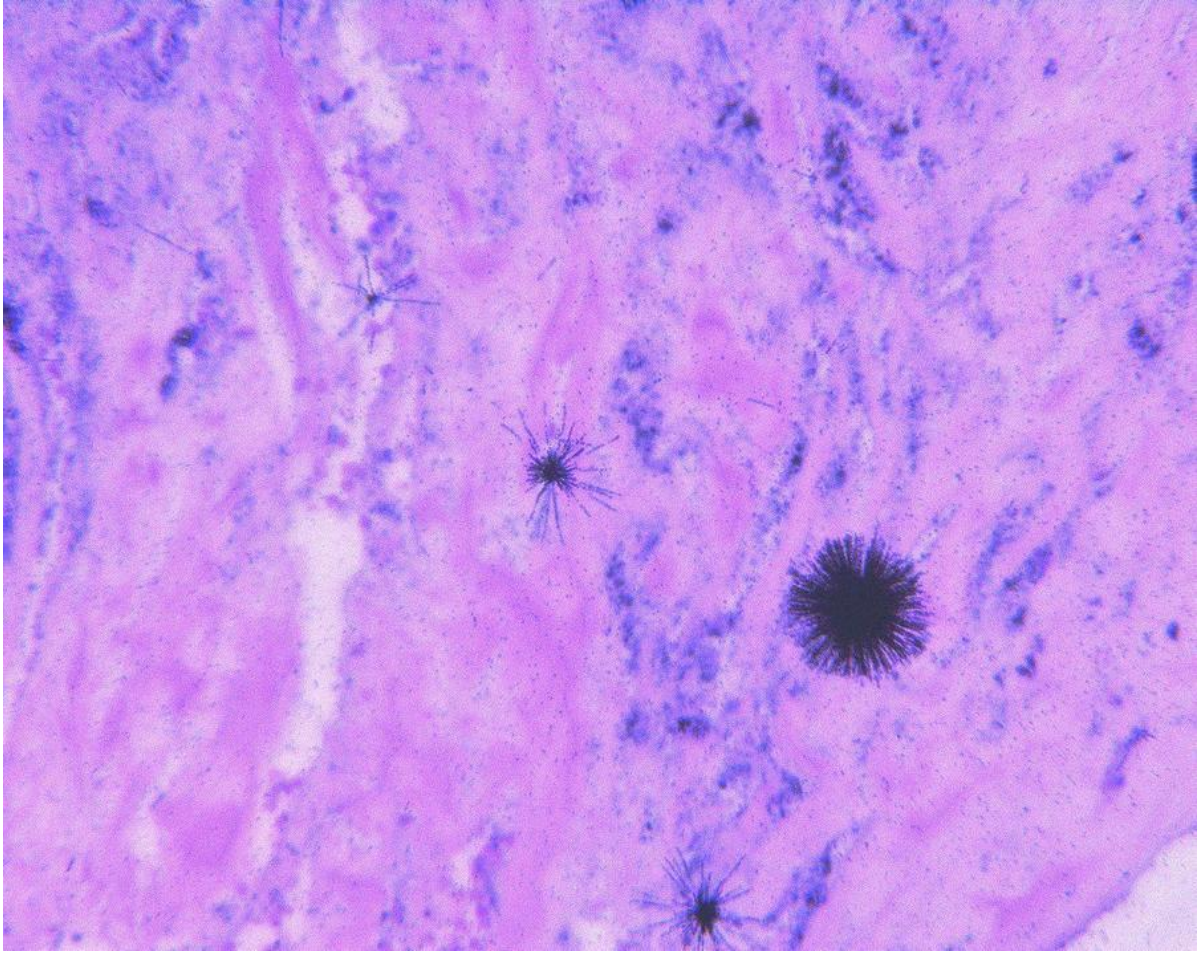
# Плутоний в паренхиме



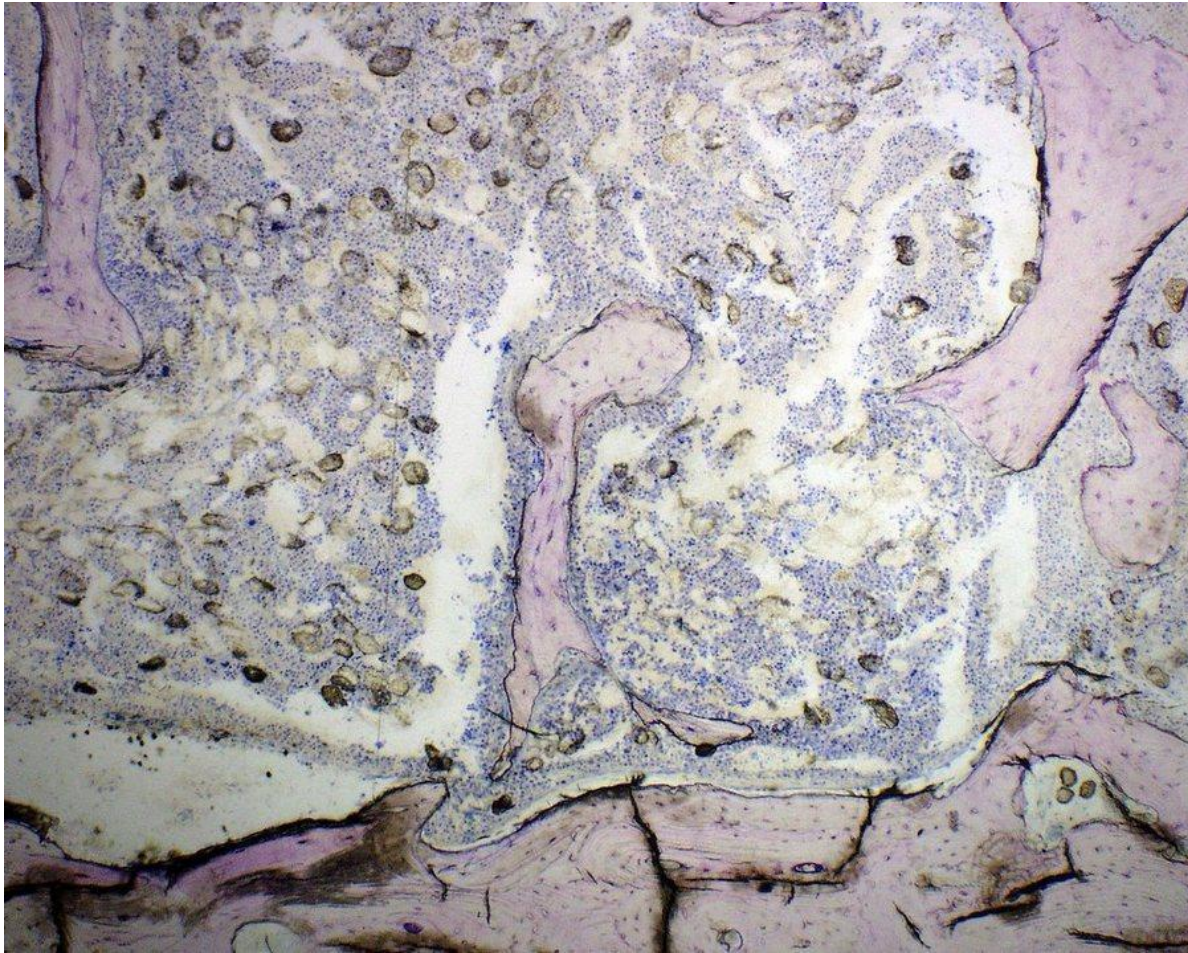








# Скелет. Гистология (1)



# Скелет НИАР (1)



# Случаи злокачественных новообразований (ЗНО) в зависимости от пола и календарного периода

Тип ЗНО (код МКБ-9)	Пол	Календарный период диагностики	
		1948-2008	
		Кол-во	%
Солидные раки (140-199)	Мужчины	1965	94.3
	Женщины	776	94.6
	Оба пола	<b>2741</b>	94.4
Гемобластозы (200-208)	Мужчины	118	5.7
	Женщины	44	5.4
	Оба пола	<b>162</b>	5.6
Все типы рака (140-208)	Мужчины	2083	100.0
	Женщины	820	100.0
	Оба пола	<b>2903</b>	100.0

# Риск лейкоза (исключая ХЛЛ)

- 60 случаев заболевания лейкозом (исключая ХЛЛ)
- ИОР/Гр внешнего гамма-облучения: 2,7 (1,2 – 6,0)
- LSS (японская когорта) – ИОР/Гр 2,8 (1,9 – 4,0)
- Зависимости доза-ответ от плутония не обнаружено.

# Смертность от рака легкого

- 841 смертей от рака легкого
  - более 80% курили

# Относительный риск рака легкого в зависимости от пола и курения

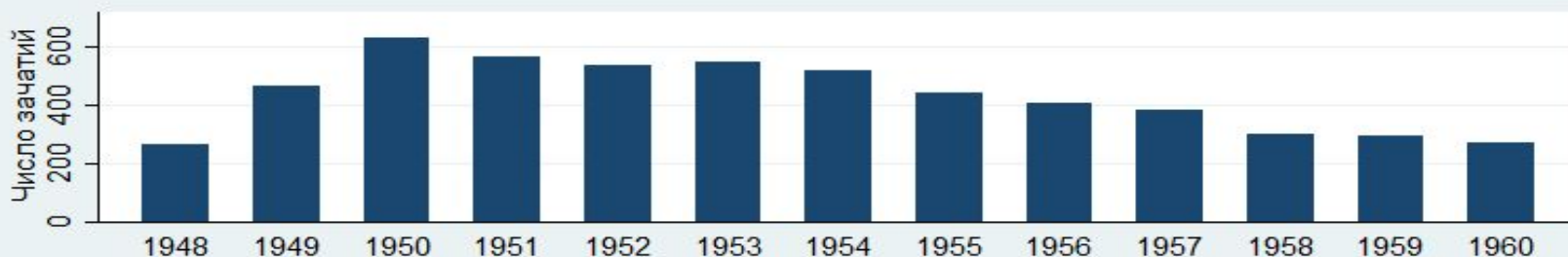
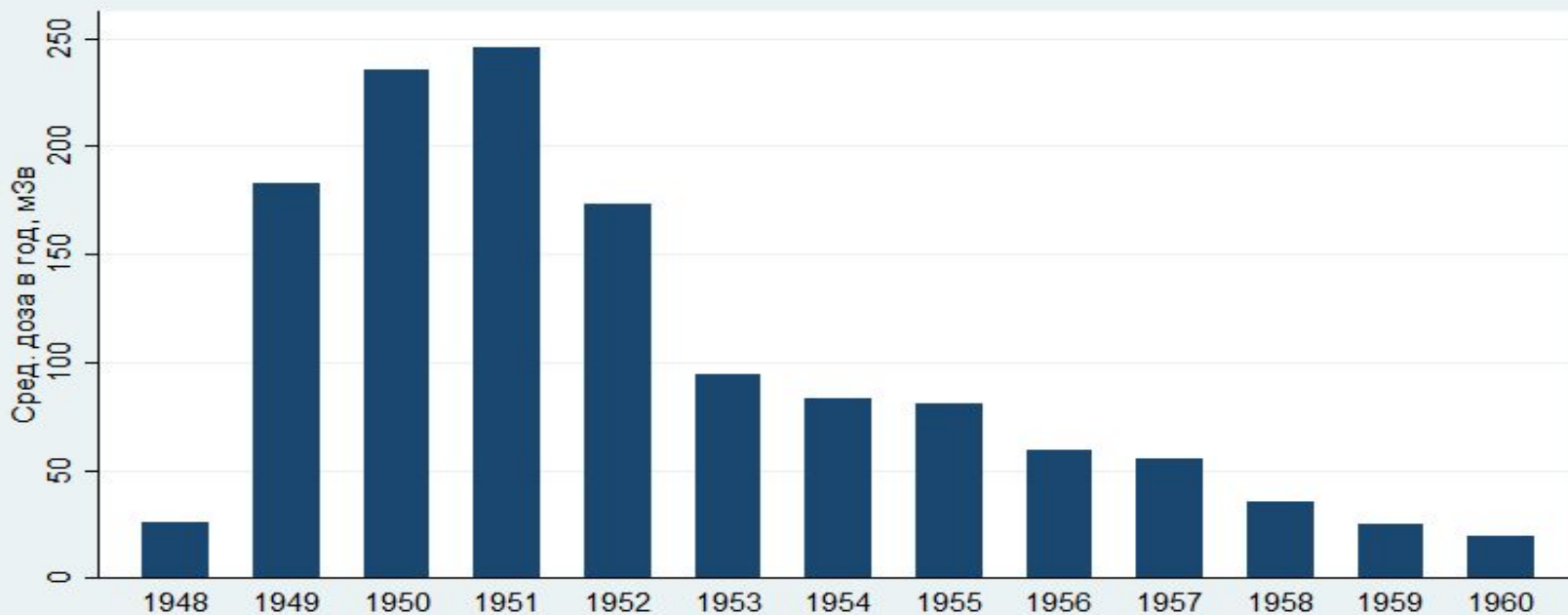
СТАТУС КУРЕНИЯ	ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ РИСК (95 % ДИ)	
	Мужчины	Женщины
Некурящие	1,00	1,00
Курящие	10,44 (6,7 – 17,6)	7,04 (3,5 – 13,1)



Вид ушибленной раны, полученной на плутониевом производстве, послужившей в последующем причиной ампутации пальца на уровне пястно-фалангового сочленения ввиду высокой степени загрязнения раны актинидами и невозможностью устранить его путём обычной хирургической обработки



# Среднегодовая доза внешнего облучения матерей и количество зачатий в год



**Pu и Am– 241 у населения Озерска в зависимости от года прибытия в город (сред. значение ± стандарт. откл.)**

<b>Год прибытия</b>	<b>Содержание Pu, Бк</b>	<b>Содержание Am, Бк</b>	<b>% Am (<math>\Sigma Am + Pu</math>)</b>
<b>1949 -1959</b>	<b>3.29 ± 3.48</b>	<b>0.39 ± 0.43</b>	<b>13.4 ± 9.1</b>
<b>1960-1969</b>	<b>1.93 ± 2.11</b>	<b>0.34 ± 0.39</b>	<b>15.1 ± 6.4</b>
<b>1970-1979</b>	<b>0.80 ± 0.69</b>	<b>0.21 ± 0.20</b>	<b>26.4 ± 16.4</b>
<b>1980-1989</b>	<b>0.52 ± 0.37</b>	<b>0.15 ± 0.14</b>	<b>21.4 ± 10.2</b>
<b>1990- 2009</b>	<b>0.09 ± 0.20</b>	<b>0.04 ± 0.21</b>	<b>29.5 ± 34.2</b>

# ЮУрИБФ сейчас

- Экспертная лаборатория внутренней дозиметрии;
- Медико-дозиметрический регистр персонала ПО «Маяк» и их потомков;
- Биологическое хранилище органов и тканей человека и экспериментальных животных;
- Аварийный центр ФМБА России.