

JCCRER Research

Aim, Past and Future

Mikhail
Sokolnikov

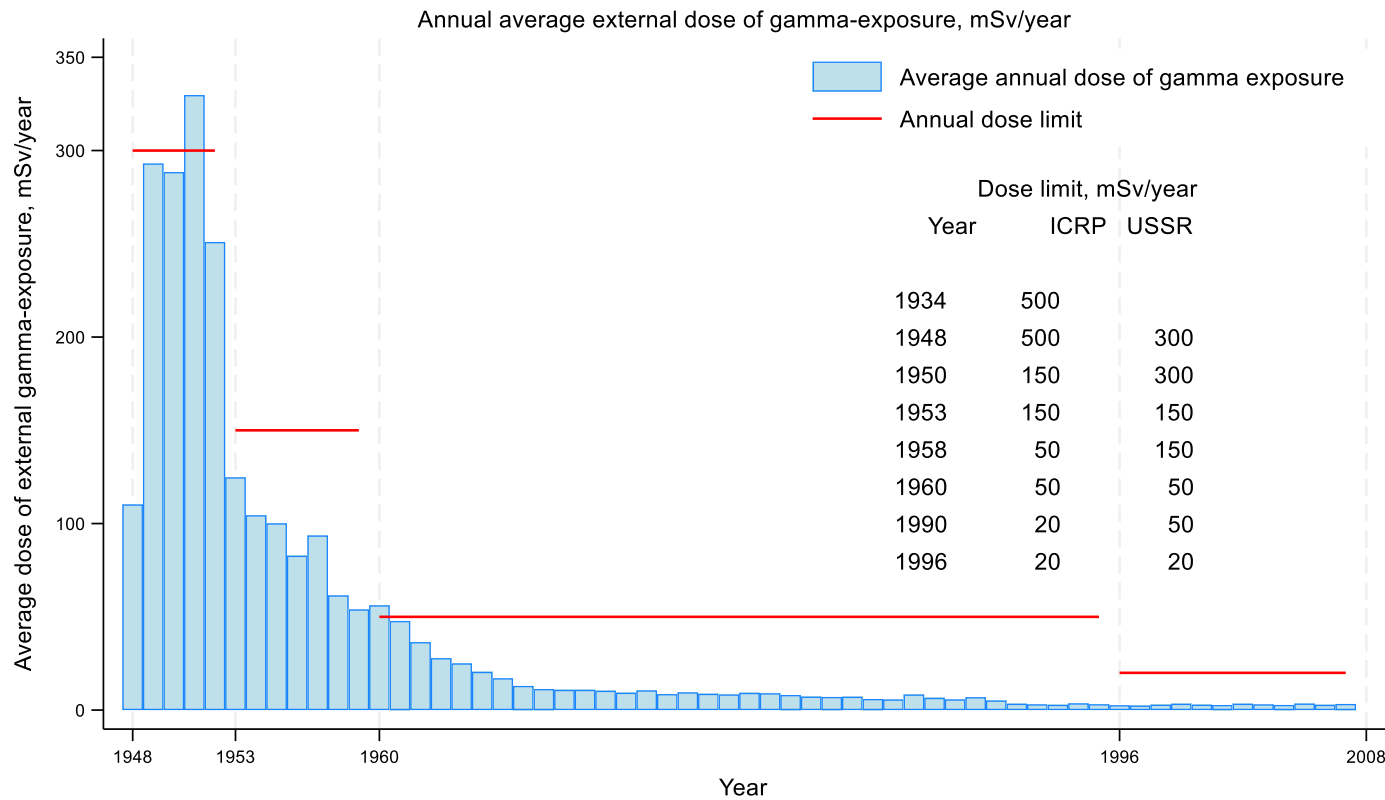
Brief History of Mayak PA

- **June 19, 1948:** The first nuclear reactor at **Mayak PA** reached its full power
- **252 days later (February 26, 1949):** The first consignment of U-Pu solution transferred from Radiochemical plant to Pu-production plant
- **184 days later (August 29, 1949):** The first Soviet A-bomb tested at the Semipalatinsk test site.

The building where “The vessel stage” Pu-production technology had been developed



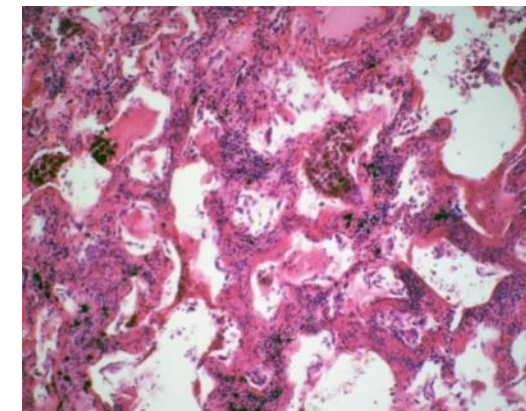
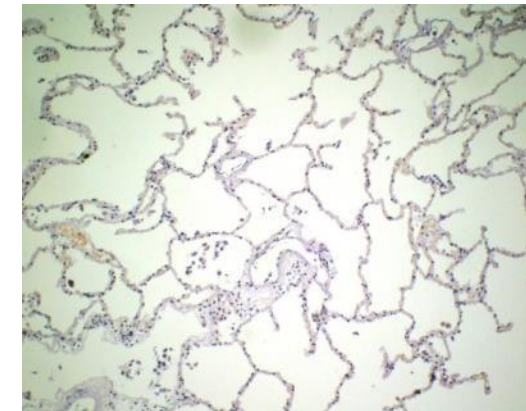
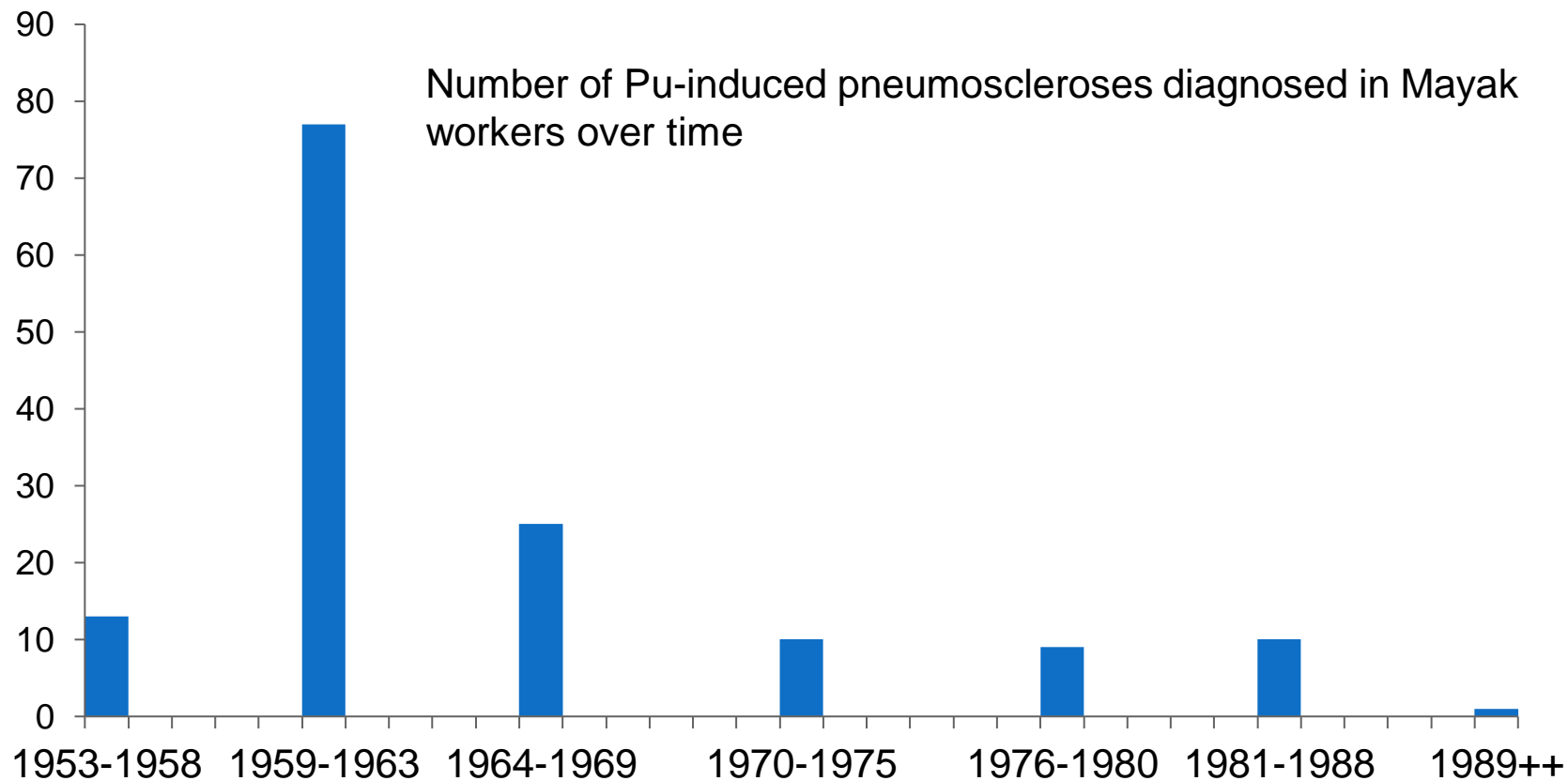
Doses of external gamma-exposure



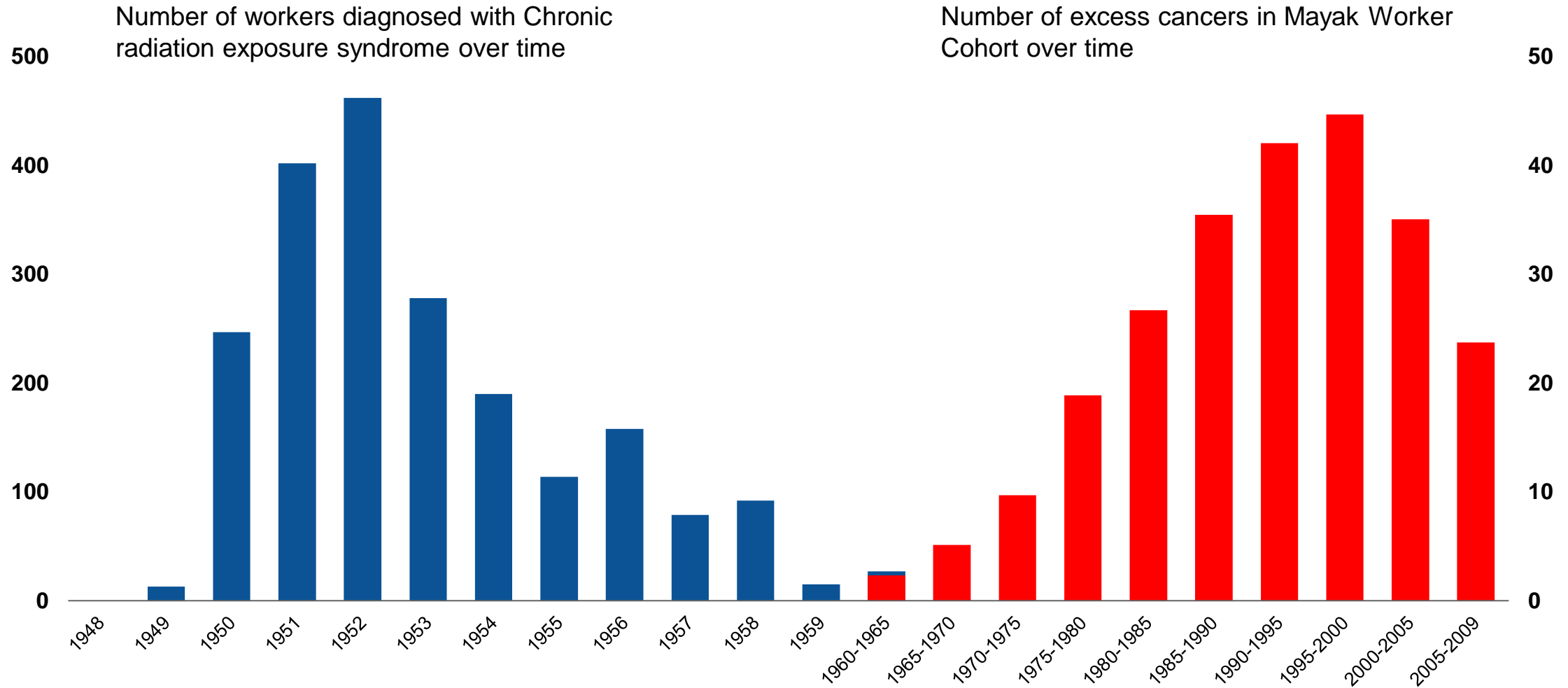
- Doses of external gamma-exposure were individually measured.
- Substantial work had been done in order to adjust for:
 - dosimeters of different type used over time
 - gamma-rays energy at different workplaces
 - type of worker's activity at the workplace: part of the body exposed, direction/angle of exposure etc
 - reconstruct levels of exposure for workers unmonitored or with the data missing

Exposure to Pu-containing aerosols

- “Sheet of paper completely protects from alpha-particles”



Effects of radiation exposure in Mayak worker cohort



Reasons to create the Mayak Worker Cohort

- **By the end of 1970-ies it became clear that after number of tissue reactions which developed among Mayak workers the main health risks are related to late stochastic (cancer) effects.**
- **The number of workers involved in the Reactor, Radiochemical and Pu production plants is sufficient to study late effects of radiation exposure**
- **It was possible to identify the vital status of the cohort members**
- **Doses of external gamma-exposure and internal gamma-exposure were individually measured.**

Publications on Mayak

Б.В. Никипелов А.Ф. Лызлов Н.А. Кошурникова **Опыт первого предприятия атомной промышленности** (уровни облучения и здоровье персонала)

Материал, предлагаемый вниманию читателей, необычен для «Природы» — во многих отношениях он ближе к научному сообщению, чем к популярной статье. Однако редакция сознательно пошла на его публикацию, учитывая уникальность и значение информации, которая впервые предоставлена для освещения в открытой печати.

После Чернобыльской аварии в центре общественного внимания оказались проблемы атомной энергетики и промышленности, обсуждение которых раньше было невозможно. В разразившейся дискуссии можно услышать самые разные мнения. Особенно остро идут споры о влиянии радиации на здоровье людей. Разумеется, на многие вопросы в этой области пока нет однозначных ответов, но вряд ли было бы справедливо считать, что исследования, как иногда утверждается, приходится начинать «с нуля». Более 40 лет наблюдал за работниками предприятий атомной промышленности, ученые накопили уже немалый опыт, и этот опыт ценен не только для специалистов — возможность ознакомиться с ним должны иметь все, кого волнует использование атомной энергии.



Борис Васильевич Никипелов, доктор технических наук, первый заместитель министра атомной энергетики и промышленности СССР. Область научных интересов — технологии промышленного радиационных процессов, ядерная и радиационная безопасность. Лауреат Государственной премии СССР.



Андрей Федорович Лызлов, кандидат технических наук, руководитель службы радиационной безопасности предприятия. Специалист по промышленной радиации. Лауреат Государственной премии СССР.



Нина Александровна Кошурникова, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник филиала № 1 Института биофизики Министерства здравоохранения СССР. Занимается радиационной гигиеной и эпидемиологией радиационно-индуцированных заболеваний.

В августе 1949 г. на Семипалатинском полигоне прошло испытание первой советской атомной бомбы. Этот взрыв лишил Соединенные Штаты монополии на атомное оружие, и от нашей страны была отведена вполне реальная угроза ядерного нападения, существовавшая почти пять лет. Во главе отечественного атомного проекта стоял И. В. Курчатов, а в его осуществлении принимали участие тысячи ученых, инженеров и рабочих, в том числе работавшие

на объектах А и Б оборонного предприятия в Челябинской области. Объект А — уран-графитовый реактор канального типа на тепловых нейтронах с прямым проточным водяным охлаждением. Запущен в эксплуатацию в июне 1948 г., в настоящее время закрыт и законсервирован. Объект Б — радиохимическое производство по выделению плутония и урана из облученного в реакторе топлива. Начал работу в декабре 1948 г., ныне демонтирован. Главным вредным производственным фактором на обоих объектах являлось ионизирующее излучение. В период пуска

Кыштымская авария крупным планом

Летом 1989 г. с высокой трибуны сессии Верховного Совета СССР впервые прозвучала официальная информация о радиационной аварии на Южном Урале. Так была приподнята завеса секретности не только над событием более чем 30-летней давности, но и над многоплановой работой большого коллектива специалистов, которые на протяжении всех этих лет занимались изучением и ликвидацией последствий аварии. Журнал «Природа», следуя давней традиции, предоставил свои страницы непосредственным участникам этой работы, чтобы дать возможность широкой научной общественности детально ознакомиться с результатами исследований в зоне аварии, оценить масштабы и эффективность мер по ее ликвидации. Представляем авторов публикации:

Борис Васильевич Никипелов, доктор технических наук, первый заместитель министра атомной энергетики и промышленности СССР. Основные научные интересы связаны с обоснованием развития атомной энергетики и промышленности. Лауреат Государственной премии СССР.

Евгений Гордеевич Дрожко, кандидат технических наук, заместитель главного инженера предприятия. Занимается проблемами радиационной безопасности и охраны окружающей среды.

Геннадий Николаевич Романов, кандидат технических наук, начальник Опытной научно-исследовательской станции (ОНИС). Основные научные интересы — в области охраны окружающей среды, изучения поведения радионуклидов в экосистемах. Лауреат Государственной премии СССР.

Александр Сергеевич Воронов, начальник лаборатории ОНИС. Специалист в области радиационного контроля окружающей среды.

Дмитрий Алексеевич Спирин, кандидат биологических наук, заместитель начальника ОНИС. Область научных интересов — радиобиология сообществ и экосистем.

Рудольф Михайлович Алексеев, академик ВАСХНИЛ, директор Всесоюзного научно-исследовательского института сельскохозяйственной радиологии. Специалист в области общей и сельскохозяйственной радиэкологии. Лауреат Государственной премии СССР.

Евгений Георгиевич Самронов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ОНИС. Занимается радиозоологическими проблемами геоботаники, радиобиологии сообществ и популяций.

Людмила Ивановна Суворова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник ОНИС. Специалист в области радиобиологии растений.

Федор Анатольевич Тизомиров, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией радиэкологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Область научных исследований — изучение поведения радионуклидов в окружающей среде, биологического действия радиоактивного загрязнения.

Лев Александрович Булдаков, академик АМН СССР, заместитель директора Института биофизики Министерства здравоохранения СССР. Специалист в области радиобиологии и радиотоксикологии.

Владимир Леонидович Швадов, доктор медицинских наук, директор Филиала № 4 Института биофизики Минздрава СССР. Область научных интересов — радиационная токсикология.

Иван Григорьевич Тепляков, старший научный сотрудник ОНИС. Занимается разработкой агротехнических приемов снижения содержания радионуклидов в урожае, проблемами дезактивации угодий.

Вечеслав Павлович Шипов, кандидат биологических наук, начальник лаборатории ОНИС. Научные интересы связаны с разработкой методов ведения животноводства в условиях радиоактивного загрязнения.

These two publications in Priroda, 1990, #2 and Priroda 1990, #5 were one of the first in “open” popular science press to describe Mayak workers and Kyshtym accident health consequences.

Within several months after publication of these two papers first contacts with the US researchers (Marvin Goldman, Dale Preston, Elaine Ron) were established which in time became the JCCRER.

The aim of the research:

- The goal of the research is to provide scientific basis for improvement of the Radiation Safety Standards, in particular for workers who are at contact with ^{239}Pu
- In order to achieve it we needed to obtain quantitative estimates of carcinogenic risks from both external exposure and internal exposure to plutonium based on analyses of data on the Mayak worker cohort (Project 2.2).
- In order to achieve that we needed improved and reliable dose estimates (Project 2.4).

Project 2.2 cohort

- **The cohort:**

- 25,757 workers who started employment at Main and Auxiliary plants in 1948 - 1982

- **Number of workers by facilities:**

- | | |
|--|-------|
| • Auxiliary depts (Water treatment and Mech. Repair) | 3,384 |
| • Reactor | 5,416 |
| • Radiochemical | 9,194 |
| • Pu production I | 1,994 |
| • Pu production II | 2,264 |
| • Pu auxiliary | 3,505 |

Project 2.2 cohort

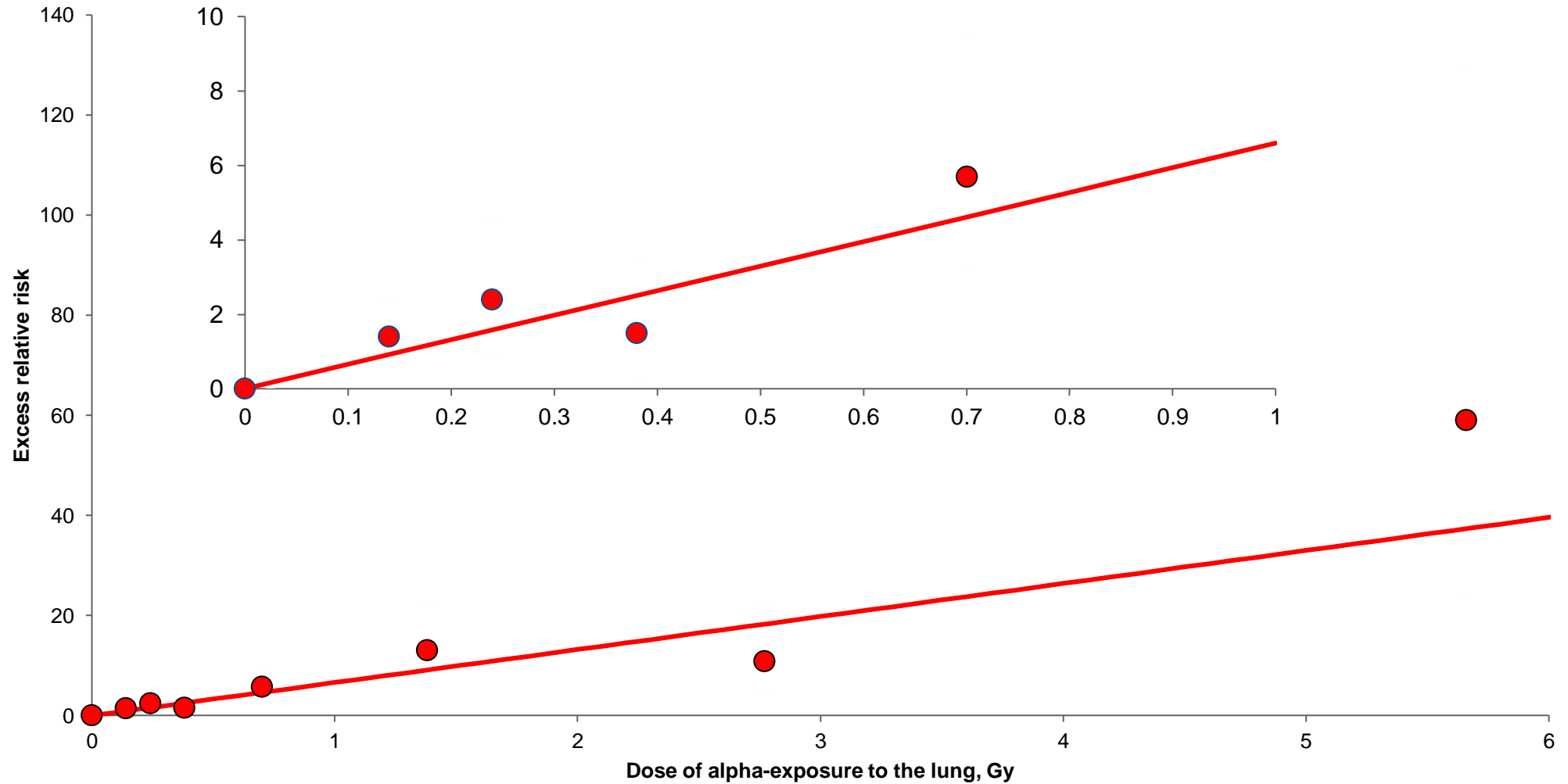
- **Average HP₁₀ dose, mSv**

• Auxiliary depts (Water treatment and Mech. Repair)	98
• Reactor	449
• Radiochemical	744
• Pu production I	140
• Pu production II	186
• Pu auxiliary	418

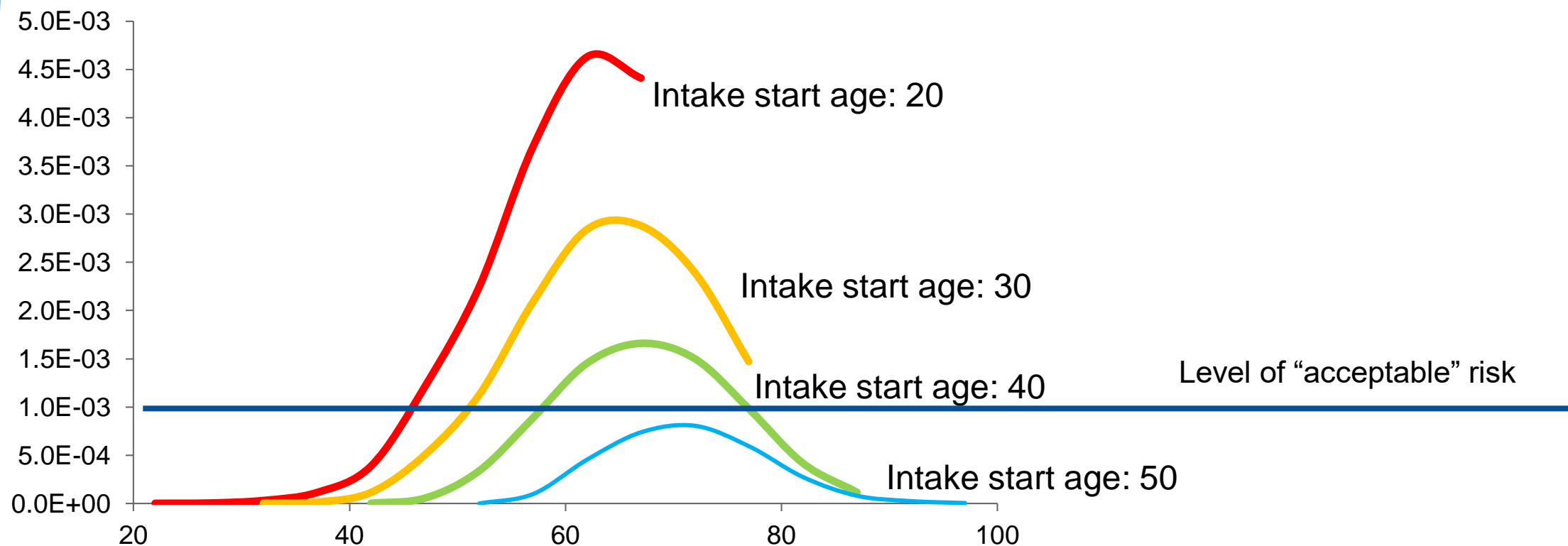
Main results

- **Acute gamma-exposure vs Chronic alpha-exposure**
 - **LSS cohort**
 - Lung cancer mortality, ERR/Sv 0.36 (0.05 – 0.72)
 - Lung cancer incidence, ERR/Sv 0.34 (0.05 – 0.72)
 - **Mayak worker cohort**
 - Lung cancer mortality (due to Pu), ERR/Gy 7.0 (4.8 – 10)
 - Lung cancer mortality (due to Pu), ERR/Sv (RBE=20) 0.35 (0.24 – 0.50)
- **Acute gamma vs chronic gamma**
 - Solid cancer
 - LSS cohort, solid cancer 0,35 (0,19 – 0,55)
 - Mayak worker cohort, solid cancer 0,16 (0,08 – 0,24)
 - Leukemia
 - LSS cohort 2,05 (1,2 – 3,1)
 - Mayak worker cohort 0,28 (0,06 – 0,74)

Excess lung cancer mortality by the dose of lung alpha-exposure



The annual increment of the Excess lifetime risk of lung cancer death for intake of 1300 Bq $^{239}\text{PuO}_2$ per year



Dose coefficient and annual limit of intake for $^{239}\text{PuO}_2$ by inhalation

		$\text{Sv}\times\text{Bq}^{-1}$	ALI
1994	ICRP 68, p. 70	1,5E-5	1300 Бк
2019	ICRP 141, p. 346	2,5E-5	800 Бк

Scientists who contributed to the JCCREER research

- Russian Federation: akad. L.A. Ilyin, akad L.A.Buldakov, prof N.A.Koshurnikova, V.V.Kreslov, M.G.Bolotnikova, N.S.Shilnikova, N.R.Kabirova, I.S.Kuznetsova, M.Sokolnikov, S.A.Romanov, prof V.F.Khokhryakov, V.V.Khokhryakov, K.G.Suslova, V.K.Vasilenko, A.V.Ephimov
- The United States of America: M.Goldman, D.Preston, D.Stram, E.Ron, E.Gilbert,J. Boice, Jr, B.Napier
- Germany: prof. A.M.Kellerer, M.Kreisheimer
- Great Britain: prof. A.Birchall, K.Binks, D.McGeoghegan
- Japan: K.Mabuchi