

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЧЕЛЯБИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ КУЛЬТУРЫ»

На правах рукописи

Пешкова Ксения Владимировна

**СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ НА ПЕРВЫХ
ПЛУТОНИЕВЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ ЯДЕРНО-ОРУЖЕЙНОГО
КОМПЛЕКСА США И СССР (1942-НАЧАЛО 1990-Х ГГ.):
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Специальность 5.6.1. Отечественная история

Диссертация на соискание ученой степени кандидата исторических наук

Научный руководитель:
доктор исторических наук,
профессор
В. С. Толстиков

Челябинск, 2023

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ.....	3-22
ГЛАВА 1. ГЕНЕЗИС И СТАНОВЛЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ В США И СССР	
1.1. Исторические предпосылки и условия возникновения радиационной медицины.....	23-44
1.2. Обеспечение медицинского контроля за состоянием здоровья персонала ядерных объектов в контексте реализации атомных проектов в США и СССР.....	45-82
ГЛАВА 2. ЯДЕРНЫЕ АВАРИИ В США И СССР И ДАЛЬНЕЙШАЯ ЭВОЛЮЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ.	
2.1. Техногенное воздействие предприятий ядерного комплекса США и СССР на население и природную среду.....	83-109
2.2. Организация медицинской и социальной помощи населению, пострадавшему от радиации.....	110-131
ГЛАВА 3. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ В США И СССР.	
3.1. Исследования ученых в области радиобиологии и радиоэкологии.....	132-157
3.2. Изучение медико-биологических последствий у атомщиков и их потомков.....	158-182
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	183-189
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	190
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	191-209
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	210-219

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что в 40-е гг. XX столетия две страны - Соединенные Штаты Америки и Советский Союз - стали первооткрывателями ядерной эры, ознаменовавшей поворотный этап в развитии мировой цивилизации. Овладение ядерной энергией, создание наукоемкой и высокотехнологичной атомной промышленности в США, а затем в СССР, считаются по праву одними из важнейших достижений научно-технического прогресса. Вместе с тем, самые передовые технологии ядерного производства, кроме ряда положительных и прогрессивных качеств, могут представлять собой существенную угрозу человеку и окружающей среде. Деятельность атомных предприятий, на которых при производственных процессах широко использовались высокотоксичные радиоактивные материалы, уже при незначительных нарушениях, приводила к серьезным авариям и инцидентам, облучению обслуживающего персонала и населения, проживающего вблизи ядерных объектов, возникновению техногенных и социально-экологических последствий, заболеваниям людей.

В результате общей тенденцией для атомных отраслей США и СССР являлось резкое возрастание роли медицины по контролю за сохранением здоровья и лечения атомщиков и жителей близлежащих поселений. От усилий медиков, особенно на первых советских плутониевых объектах, где сложилась крайне тяжелая радиационная ситуация, во многом зависела сама судьба отечественного атомного проекта. Медицинским работникам приходилось в какой-то степени компенсировать различные просчеты в организации производства и технологических процессов, негативные последствия многих радиационных инцидентов, спасая людей от опасных, ранее не встречавшихся в медицинской практике, заболеваний.

В связи с этим для диссертационной работы важное значение приобретает проведение объективного сравнительного анализа создания и развития радиационной медицины на первых плутониевых предприятиях США и СССР,

выделение общего и особенного при реализации ядерных программ. Значительную актуальность данному исследованию придает также тот факт, что до последнего времени архивные материалы об участии медицинских работников в отечественной атомной отрасли оставались засекреченными.

Изучение проблем становления и развития радиационной медицины в США и СССР позволяет дополнить общую картину истории по овладению ядерной энергией в этих странах новыми героическими и трагическими страницами, в которых нашли свое отражение судьбы и жизнедеятельность многих людей, творцов атомного века.

Объектом исследования являются первые плутониевые предприятия в США и СССР.

Предмет исследования – процесс создания и развития радиационной медицины, которая объединяет в себе радиологию, радиобиологию, радиоэкологию, физику здоровья, радиационную генетику, также включает совокупность не только организационных, исследовательских и контрольных мероприятий, но и деятельность научно-исследовательских центров, медицинских учреждений и их работников по охране здоровья и лечению производственного персонала и местного населения, пострадавшего от техногенного радиоактивного воздействия.

Хронологические рамки исследования избраны в соответствии с особенностями объекта и предмета исследования, охватывают период с 1942 до начала 1990-х гг.

Нижняя хронологическая граница определена началом реализации Манхэттенского проекта в США, созданием плутониевого комплекса Хэнфорд. Верхняя граница соответствует выводу из эксплуатации ядерных реакторов, прекращению наработки плутония в США и СССР. На плутониевом предприятии Хэнфорд последний реактор был остановлен в 1987 г., а на химкомбинате «Маяк» - в 1990 г. В 1991 г. Третье главное управление Минздрава СССР, осуществлявшее руководство медициной атомной отрасли страны, преобразовали в Федеральное медико-биологическое агентство (ФМБА).

Территориальные рамки обусловлены темой диссертационного исследования и включают г. Ричленд (штат Вашингтон, США), где на протяжении более 40 лет функционировал Хэнфордский плутониевый комплекс. В Советском Союзе базой для исследования стало первое плутониевое предприятие – химкомбинат «Маяк» (г. Челябинск-40, ныне г. Озерск Челябинской области).

Степень изученности темы. Проблемы создания и развития радиационной медицины на первых плутониевых предприятиях ядерно-оружейного комплекса США и Советского Союза в качестве самостоятельных исторических аспектов и в порядке их сравнительного анализа до последнего времени не рассматривались в исторической науке. В отечественной историографии освещались лишь отдельные сюжеты, весьма далекие от темы данного исследования. Во многом это происходило потому, что действовал строжайший режим секретности на получение информации о деятельности предприятий и учреждений атомной отрасли и определенной сложности проведения сравнительного анализа.

Все это дало нам основания систематизировать историографию избранной темы по проблемно-хронологическому признаку, выделив для анализа две группы работ. К первой группе следует отнести работы, написанные зарубежными авторами, многие из которых являлись активными участниками атомных проектов в своих странах. Здесь важно иметь в виду, что независимо от способов реализации атомных проектов, их содержание и направленность, последовательность ввода в эксплуатацию ядерных объектов, потенциальная опасность воздействия на окружающую среду были, по сути дела, одинаковыми как в США, так и в Советском Союзе. Поэтому эти работы помогают лучше изучить логику становления и развития ядерного производства, его социальных и медицинских последствий для атомщиков и населения, проживающего вблизи атомных предприятий.

Первые публикации по интересующей нас проблематике вышли за рубежом, прежде всего, в США, а затем в Великобритании и Франции, задолго до опубликования аналогичных работ в СССР.

Особую известность и значимость для многих специалистов, в том числе и советских, приобрела книга одного из активных участников Манхэттенского проекта, профессора Г. Д. Смита, изданная в США в августе 1945 г., т.е. сразу после атомных бомбардировок японских городов Хиросимы и Нагасаки. Эта книга, несмотря на хорошо препарированную и приглаженную информацию, содержит большое количество сведений о радиоактивном излучении, деятельности специализированных служб контроля за состоянием здоровья производственного персонала, установлением и регламентацией безопасных доз облучения. Автор, предупреждая о вредности радиационного воздействия на организм, особо отмечал исключительную важность проведения научных исследований, в том числе и в области радиационной медицины¹.

Кроме изданий, носивших популярный характер и откровенно подчеркивающих превосходство США над другими странами в области применения атомной энергии, на рубеже 1940-1950-х гг. вышли из печати работы Г.М. Паркера², Р.С. Стоуна³, Л.Г. Гемпельмана⁴, ставших к этому времени крупными и авторитетными специалистами в области биофизики, радиологии и физики здоровья. Обеспокоенные радиационным воздействием ядерных предприятий на окружающую среду, они указывали на важность и необходимость создания эффективной системы контроля и охраны здоровья населения.

Р.С. Стоун уже тогда сообщал, что в долгосрочной перспективе переоблучение людей может привести к росту онкологических заболеваний, ранней смертности и генетической мутации организма. Ученый-медик Л.Г. Гемпельман в своей работе «Острый радиационный синдром» впервые охарактеризовал картину лучевой болезни, показал причины возникновения и основные симптомы ее протекания.

¹ Smyth H.D. Atomic energy for military purposes. New Jersey, 1945. 344 p.

² Parker H.M. Health-Physics, Instrumentation, and radiation protection. Oak Ridge Tennessee, 1947. 47 p.

³ Stone R.S. General introduction to reports on medicine health physics and biology. Industrial Medicine of the Plutonium project. 1951. 511 p.

⁴ Hempelmann L. H. The Acute Radiation Syndrome. A Study of Ten Cases and a Review of the Problem. Volume 2. Los Alamos, 1950. 91 p.

Из работ иностранных авторов заслуживает высокой оценки также книга французского специалиста П. Жено, в которой освещаются проблемы защиты производственного персонала от ионизирующего излучения, рассматриваются основные радиационные опасности на атомных объектах⁵.

За рубежом после Чернобыльской аварии значительно возрос интерес к истории реализации советского атомного проекта, в том числе и к его историографии. Так, американский историк Д. Холловэй предпринял попытку проанализировать книги, статьи, опубликованные в Советском Союзе. Однако, в связи с тем, что ему не удалось углубленно работать в советских архивах, все это негативным образом отразилось на объективности и последовательности излагаемых им фактов и событий⁶.

Не совсем удачной оказалась и попытка американских физиков Т. Кохрана, Р. Норриса и бывшего нашего соотечественника Р.О. Бухарина охарактеризовать деятельность ряда атомных предприятий Урала и Сибири.

Подготовленное ими издание, составленное на основе компиляции различных материалов, требует, как утверждали сами авторы, критического подхода⁷.

Среди публикаций американских авторов, в которых затрагиваются интересующие нас проблемы, необходимо еще назвать работы Ричарда Роудса⁸, Пола Джозефсона⁹, а также книгу профессора истории университета Мериленда Кейт Браун¹⁰. Что касается Р. Роудса и П. Джозефсона, то они во многом тенденциозно и предвзято освещают процесс реализации советского атомного проекта. Сообщая о строительстве плутониевого комбината на Урале и «города Берии» под Кыштымом, Р. Роудс особый акцент делает на использовании труда

⁵ Жено П. Защита от радиоактивных элементов. М., 1954. 108 с.

⁶ Холловэй Д. Сталин и бомба: Советский Союз и атомная энергия. 1939-1956. Новосибирск, 1997. 627 с.

⁷ Кохран Т., Норрис Р., Бухарин Р.О. Создание русской бомбы: От Сталина до Ельцина. М., 1995. 186 с.

⁸ Rhodes R. Dark Sun: The Making of the hydrogen bomb. New York, 1995. 736 p; Роудс Р. Создание атомной бомбы. М., 2020. 1056 с.

⁹ Josephson P. Red Atom: Russia's Nuclear Power Program from Stalin to Today. University of Pittsburgh Press, 2005. 352 p; Josephson P. Nuclear Russia: The Atom in Russian Politics and Culture (Russian Shorts). Bloomsbury Academic, 2022. 187 p.

¹⁰ Brown K. Plutopia: nuclear families, atomic cities, and the great soviet and American plutonium disasters. New York, 2013. 406 p.

заклученных и военнослужащих, которые, по его мнению, были здесь главной рабочей силой. Бездоказательно пишет о большой смертности среди этих категорий работников, отсутствии необходимой медицинской помощи и элементарных условий для их жизнедеятельности в целом.

Высокой оценки, на наш взгляд, заслуживает книга К. Браун, в которой она рассказывает в тандеме историю двух первых городов в мире, где производился оружейный плутоний – Ричленда в штате Вашингтон и Озерска. Главными героями этой книги являются люди, жившие в атомных городах и вокруг них, работавшие на ядерных предприятиях Хэнфорда и «Маяка». Автор много внимания уделяет загрязнению окружающей среды радиоактивными веществами, усилиям медиков по реабилитации пострадавших в результате радиационных аварий и инцидентов.

В США опубликованы работы, в которых авторы уделяют внимание радиационно-экологическим проблемам, порожденным плутониевым производством Хэнфорда, а также антигуманным радиационным медицинским исследованиям на людях¹¹.

В целом, труды зарубежных авторов, посвященные истории овладения ядерной энергией, способствуют тому, чтобы лучше понять методологию и процесс создания системы здравоохранения в атомной отрасли как США, так и Советского Союза. Что касается отечественных публикаций, изданных во второй половине 1940-1980 гг., то они отличались технократическим подходом, слабой информативностью. В основном в них содержался нарратив об успехах ядерной науки и техники в СССР, использовании атомной энергии в мирных целях и лишь в некоторых имелись разрозненные сведения о потенциальной опасности радиационного излучения для человека, способах защиты при работе с радиоактивными веществами¹².

¹¹ Gerber M. S. On the Home Front: The Cold War Legacy of the Hanford Nuclear Site. Nebraska, 1992. 783 p.; Welsome E. The Plutonium Files: America's Secret Medical Experiments in the Cold War. New York, 1999. 564 p.

¹² Байсоголов Г. Д. Клиническая картина хронической лучевой болезни в различные периоды ее течения. М., 1961. 333 с.; Гуськова А. К. Радиация и здоровье. М., 1966. 48 с.; Гуськова А. К., Байсоголов Г. Д. Лучевая болезнь человека. М., 1971. 380 с.; Дощенко В. Н. Правда о радиации (репортаж врача из полуоткрытых сейфов).

В начале 1990-х гг. в связи с подготовкой к 50-летнему юбилею Минатома России заметно возрос интерес к изучению истории отечественной атомной промышленности. Важным событием в этом отношении стало опубликование книги А.К. Круглова, в которой впервые открыто рассказывается о создании ядерной отрасли в стране, начиная от первых научных экспериментов до пуска в эксплуатацию предприятий по производству делящихся материалов для атомного оружия на Урале. Наряду с производственными и технологическими проблемами, которые решались в ходе этого процесса, в публикации определенное внимание уделяется и вопросам безопасности при работе с радиоактивными веществами, охране труда и здоровья атомщиков¹³.

При поддержке Минатома РФ в 1995 г. вышел сборник статей, авторами которых являются известные организаторы ядерной отрасли, видные ученые. В данной работе содержатся материалы не только о создании «ядерного щита» в нашей стране, но и о системе медицинского обслуживания в атомной промышленности¹⁴.

Еще одним важным изданием стал труд под редакцией И.К. Ходакова, где наряду с освещением деятельности Минатома уделено внимание воздействию радиационных излучений на атомщиков и население, впервые показаны основные аварии в атомной промышленности и их последствия¹⁵.

Определенную ценность для нас представляет и публикация Р. Б. Котельникова и В.А. Тумбакова, в которой дан сравнительный анализ работ по выполнению атомных проектов в США и СССР. Исследуя «стартовые условия», при которых эти страны начинали ядерную гонку, авторы пришли к выводу о значительно большей интенсивности работ в Советском Союзе по сравнению с американскими¹⁶.

Челябинск, 1991. 48 с.; Дощенко В. Н. Профилактика и диагностика лучевых заболеваний в период пуска и освоения атомного производства на ПО «Маяк». М., 1995. 80 с.

¹³ Круглов А. К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. М., 1995. 376 с.; Он же. Штаб Атомпрома. М., 1998. 493 с.

¹⁴ Создание первой советской ядерной бомбы. М., 1995. 448 с.

¹⁵ Атомная отрасль России: события, взгляд в будущее / ред. И.К. Ходаков. М., 1998.

¹⁶ Котельников Р. Б., Тумбаков В. А. Атомный проект СССР – древо целей, ресурсы, усилия, результаты (1945-1950 гг.) // Наука и общество: история советского атомного проекта (1940-1950 гг.). Вып. 2. М., 1999. С. 320–330.

Отмечая большой вклад иностранных и отечественных авторов в изучение истории атомной промышленности СССР, необходимо подчеркнуть, что основной приоритет в исследовании данной проблематики как по количеству, так и по качеству изданных трудов, принадлежит историкам Урала.

Одной из первых работ, положивших начало исследованию истории отечественной атомной отрасли, а также проблем, порожденных ее деятельностью, стала книга челябинских историков В. Н. Новоселова и В. С. Толстикова¹⁷. Авторам на основе привлечения новых архивных документов и материалов удалось показать реализацию атомного проекта как на Урале, так и в стране в целом. В дальнейшем они выпустили еще одну книгу, ставшую продолжением данной темы¹⁸.

В 1998 г. на примере химкомбината «Маяк» и других предприятий Урала В.С. Толстиков в своей монографии поднял вопросы условий труда производственного персонала, роста хронических заболеваний среди атомщиков и жителей г. Озерска, обусловленных радиацией, привел сведения об уровне рождаемости и смертности населения этого региона¹⁹.

В монографии В.Н. Новоселова, наряду с освещением проблем развития ядерного комплекса на Урале, также уделено определенное внимание вопросам здоровья, защиты атомщиков от радиации²⁰.

Существенным вкладом в осмысление роли ядерно-промышленного комплекса в истории России в XX в., в том числе и в раскрытии нашей темы исследования, стали работы ученых В.В. Алексеева²¹, Н.С. Симонова²², И.В. Быстровой²³, Е.Т. Артемова²⁴ и А.Э. Бедедя²⁵, в которых проанализированы

¹⁷ Новоселов В. Н., Толстиков В. С. Тайны Сороковки. Екатеринбург, 1995. 447 с.

¹⁸ Новоселов В. Н., Толстиков В. С. Атомный след на Урале. Челябинск, 1997. 240 с.

¹⁹ Толстиков В. С. Социально-экологические последствия развития атомной промышленности на Урале (1945-1998 гг.). Челябинск, 1998.

²⁰ Новоселов В. Н. Создание атомной промышленности на Урале. Челябинск, 1999.

²¹ Алексеев В. В., Литвинов Б. В. Советский атомный проект как феномен мобилизационной экономики // Наука и общество: история советского атомного проекта (1940-1950 гг.). Вып.1. М.,1997.

²² Симонов Н. С. Военно-промышленный комплекс СССР в 1920–1950-е гг.: темпы экономического роста, структура, организация производства и управления. М., 1996.

²³ Быстрова И. В. Военно-промышленный комплекс СССР в годы холодной войны (вторая половина 1940-х – начало 1960-х годов). М., 2000; Быстрова И. В. Советский военно-промышленный комплекс: проблемы становления и развития (1930 – 1980-е годы). М., 2006.

предпосылки и условия реализации атомного проекта в СССР, показано его влияние на социально-экономическое и общественно-политическое развитие страны.

Историографические и источниковедческие аспекты реализации атомных проектов, в том числе и проблемы радиационной безопасности, медицинского контроля за здоровьем атомщиков и населения, впервые затрагиваются в статьях В.С. Толстикова, Н.В. Мельниковой, А.Э. Бедея²⁶.

Вопросам создания и развития закрытых уральских городов посвящены исследования Н.В. Мельниковой²⁷, В.Н. Кузнецова²⁸, С.А. Ряскова²⁹ и др. В них, наряду с изучением становления и развития социально-бытовой, культурной и спортивной инфраструктуры в закрытых административно-территориальных образованиях (ЗАТО), освещаются и некоторые вопросы медицинского обслуживания населения.

К отдельному блоку работ следует отнести публикации о радиационных, социально-экономических и медицинских последствиях развития атомной промышленности в стране в целом и на Урале в частности. Как правило, эти книги и статьи, имеющие не только историографическую, но и источниковедческую значимость, написаны специалистами по конкретным

²⁴ Артёмов Е. Т. Атомный проект в координатах сталинской экономики. М., 2017; Артемов Е.Т. Оборонные приоритеты советской научно-технической политики в первое послевоенное десятилетие // Уральский исторический вестник. 2021. № 4 (73). С. 125—134; Артемов Е.Т. Слагаемые успеха советского атомного проекта // Вестник Российской Академии наук 2020. Том 90. N 9. С.870-881;

Артёмов Е. Т. Советский атомный проект в координатах «командной экономики» // Академия наук и атомная отрасль. Научные сессии Общего собрания членов РАН и Общих собраний отделений РАН. Декабрь 2020 г.

²⁵ Артемов Е. Т., Бедей А. Э. Укрощение урана. Страницы истории Уральского электрохимического комбината. Екатеринбург, 1999. 351 с.

²⁶ Толстикова В. С. Советский атомный проект в отечественной и зарубежной историографии // Вопросы истории. 2013. №6. С.161–167.; Мельникова Н. В., Бедей Э. А. Атомный проект СССР: современная отечественная историография и источники // Экономическая история: ежегодник 2014/15. М., 2016.; Мельникова Н. В., Джозефсон П. Р. Американские и российские исследования истории атомного проекта СССР: сравнительный анализ // Вопросы истории естествознания и техники. 2016. Т. 37. № 1. С.85–109.

²⁷ Мельникова Н. В. Феномен закрытого города. Екатеринбург, 2006. 176 с.; Она же. Женская занятость в советском атомном проекте // Российская история. 2017. №6. С.155–165; Мельникова Н. В. и др. История взаимодействия атомной энергетики и общества в России. Екатеринбург, 2018. 27 с.; Мельникова Н.В. Повседневность закрытых атомных городов СССР // Труды Отделения историко-филологических наук РАН. 2020; Мельникова Н.В. Советский атомный проект: опыт кадрового обеспечения / отв. ред. Е.Т. Артемов. М., 2022.

²⁸ Кузнецов В. Н. Атомные закрытые административно-территориальные образования Урала. История и современность: Ч.1, Ч.2. Екатеринбург, 2015; Толстикова В. С., Кузнецов В. Н. Ядерное наследие на Урале: исторические оценки и документы. Екатеринбург, 2017. 400 с.

²⁹ Рясков С. А. Социокультурное развитие закрытых городов Урала (вторая половина 1940–х — середина 1980–х гг.): дис. ... канд. ист. наук. Екатеринбург, 2004.

проблемам радиационной медицины и биологии, радиоэкологии, содержат обширный фактический материал и являются весьма полезными при осуществлении исторического анализа³⁰.

В целом необходимо еще раз подчеркнуть, что в отечественной исторической науке до настоящего времени отсутствуют работы, посвященные процессу формирования и развития системы здравоохранения в атомной промышленности, не предпринят и сравнительный анализ двух систем здравоохранения в советской и американской атомной отрасли.

Цель исследования – сравнительный анализ создания и развития радиационной медицины на примере первых плутониевых предприятий США и СССР.

Исходя из цели диссертационной работы, в ней решаются следующие **задачи**:

- выявить предпосылки, условия и причины, приведшие к возникновению радиационной медицины;
- проанализировать и сопоставить основные направления и меры по обеспечению медицинского контроля за состоянием здоровья производственного персонала на первых плутониевых предприятиях США и СССР;
- исследовать последствия техногенных воздействий плутониевых предприятий США и СССР на население и природную среду, оценить их уровень и масштабы;
- проследить развитие и совершенствование радиационной медицины в процессе ликвидации аварий и инцидентов на ядерных объектах;

³⁰ Аклеев А. В., Аклеев А. А. и др. Последствия радиоактивного загрязнения реки Течи / Под ред. А. В. Аклеева. Челябинск, 2016. 390 с.; Аклеев А. В., Новоселов В. Н., и др. Теча: до и после атомного проекта. Челябинск, 2015. 330 с.; Аклеев А. В. Хронический лучевой синдром у жителей прибрежных сёл реки Теча. Челябинск, 2012. 464 с.; Бочкарева И. А. Формирование и развитие системы радиационной безопасности на Урале в 1945–1991 гг. Екатеринбург, 2022. 188 с.; Гуськова А. К. Атомная отрасль глазами врача. М., 2004. 240 с.; Гуськова А. К. и др. Первые шаги в будущее вместе: атомная промышленность и медицина на Южном Урале. М., 2009. 183 с.; Дощенко В. Н. Профилактика и диагностика лучевых заболеваний в период пуска и освоения атомного производства на ПО «Маяк». М., 1995. 80 с.

- охарактеризовать деятельность специализированных научных центров в США и СССР и показать их роль в накоплении знаний в области радиобиологии и радиэкологии;
- рассмотреть и оценить проблемы изучения медико-биологических последствий у атомщиков и их потомков.

Источниковая база исследования. Цель и задачи данной работы предопределили изучение и использование значительного объема опубликованных и неопубликованных источников, из них, прежде всего, выделим документы и материалы, размещенные на интернет-ресурсах государственных архивов США³¹.

Значительный интерес представляет собой сборник документов «Manhattan District History» в 12-ти томах, из которых седьмой том, написанный еще в 1946 г., полностью посвящен медицинской программе Манхэттенского проекта. В этом томе прослежен весь путь развития радиационной медицины в американской атомной промышленности, ее трансформация в более высокое качество – биофизику, физику здоровья, радиационную токсикологию и радиологию. Здесь содержится немало интересных сведений о структуре, организации и методах медицинского обслуживания атомщиков и городского населения³².

К категории *опубликованных источников* следует отнести также трехтомный труд «Атомный проект СССР: документы и материалы», в котором собраны официальные документы высших государственных органов власти, хранящиеся в архиве Президента РФ, такие, как решения Государственного комитета обороны СССР, постановления Совета Министров СССР, протоколы заседаний Спецкомитета и Научно-технического совета, доклады ученых о ходе

³¹Национальное управление архивов и документации (NARA). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archives.gov/> (дата обращения: 19.06.2022);

Архив Министерства энергетики США (DOE). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.energy.gov/lm/doe-history/historical-resources/researching-doe-records>; <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/experiments/index.html>. (дата обращения: 19.06.2022);

Голоса Манхэттенского проекта – онлайн-архив Фонда атомного наследия и исторического общества Лос-Аламоса. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 19.06.2022).

³² Manhattan District History. Book 1. Volume 7. Medical Program. Department of Energy, 31 december 1946. 278 p.

работ и экспериментов, в том числе по медицинской и радиобиологической тематике и их результатах. Все эти документы, освещающие реализацию атомного проекта в СССР, имевшие гриф особой секретности, позволяют проследить этапы становления и развития отечественной атомной отрасли, лучше понять многие ее проблемы, в том числе и те, которые имели прямое отношение к контролю за сохранением здоровья производственного персонала и населения³³.

Источниковая база исследования формировалась не только на основе опубликованных, но и *неопубликованных архивных материалов*, рассекреченных относительно недавно и извлеченных из фондов Объединенного государственного архива Челябинской области (ОГАЧО), Муниципального архива Озерского городского округа (МАОГО). Наиболее ценные документальные материалы привлекаются автором из Группы фондов научно-технической документации ФГУП «Производственного объединения «Маяк» (ГФ НТД ФГУП «ПО «Маяк»)), а также архивов Филиала института биофизики №1 (ФИБ-1), Медико-санитарного отдела № 71 (МСО-71), Опытной научно-исследовательской станции (ОНИС), вошедшего затем в состав ГФ НТД ФГУП «ПО «Маяк»». В фондах № 1 и № 11 хранятся документы атомного ведомства СССР (Министерства среднего машиностроения) и его управлений, заседаний научно-технических советов по проблемам радиационного облучения производственного персонала и условиям труда на ядерных объектах, радиоактивному загрязнению территорий и мерах по защите населения от радиационной опасности.

Одним из видов источников для изучения процесса создания и развития радиационной медицины являются **законодательные и нормативные акты**, представленные законами, регламентирующими вопросы в сфере применения атомной энергии, постановлениями и распоряжениями Совета Министров СССР, решениями Совета Министров РФ по преодолению последствий радиационных происшествий в Уральском регионе.

³³ Атомный проект СССР: документы и материалы: в 3 томах. / под ред. Л.Д. Рябова. М.; Саров, 1998–2010.

Значительный интерес для исследования представляет **делопроизводственная документация**, как вид источников, в частности, приказы, распоряжения, докладные записки, переписка дирекции комбината «Маяк» с руководством Минатома, другими ведомствами и организациями по вопросам радиационной обстановки, сложившейся на предприятии и прилегающем регионе, охраны здоровья производственников и населения. Важная информация (отчеты, справки, протоколы заседаний) содержится в фонде № 15 Медико-санитарного отдела № 71 (МСО-71) г. Челябинск-40 (г. Озерск). В фонде № 16 находятся материалы научной экспертизы, распоряжения и приказы по производственной и научной деятельности Филиала института биофизики (ФИБ-1), в которых имеются сведения о научных исследованиях его сотрудников.

Делопроизводственные материалы, хранящиеся в Национальном управлении архивов и документации США (NARA)³⁴, привлеченные нами из фонда Radium Dils, состоят в основном из переписки между руководством фирм и предприятий с врачебной экспертизой и судебными организациями, медицинских отчетов и заключений экспертных комиссий, различных инструкций по технике безопасности и персональных источников (трудовые книжки работников предприятий, медицинские карты)³⁵. В Архиве Министерства энергетики США (DOE) в фонде H-3753 содержатся документы Манхэттенского проекта, где в отдельных из них имеются сведения об организации медицинской системы атомного проекта³⁶. В фонде RHTG.72984 хранятся материалы о программах медицинских исследований, проводимых на людях в США³⁷.

В диссертации были использованы **устные источники, аудио и видео-документы** из архива Министерства энергетики США³⁸, фонда «Устные

³⁴ Национальное управление архивов и документации (NARA). [Электронный ресурс].URL: <https://www.archives.gov/> (дата обращения: 19.06.2022).

³⁵ NARA: NN3.SLC-16.001. ARC Identifier: 75718415-75720458. [Электронный ресурс].URL: <https://catalog.archives.gov/id/75718415>; <https://catalog.archives.gov/id/75720458> (дата обращения: 03.01.2023)

³⁶ Medical program. 31 December 1946. DOE: H-3753.NO.1.OF.4.Series 17. 280 p.

³⁷ DOE: F.RHTG.72984. box.603. folder.707065. [Электронный ресурс]. URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/experiments/index.html> (дата обращения: 28.12.2022)

³⁸ Архив Министерства энергетики США (DOE). [Электронный ресурс].URL: <https://www.energy.gov/lm/doe-history/historical-resources/researching-doe-records>; <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/experiments/index.html>. (дата обращения: 19.06.2022).

истории», где собраны аудио и видеозаписи интервью с участниками Манхэттенского проекта, в том числе и с врачами³⁹.

Следующий вид источников представили материалы **личного происхождения**, воспоминания ученых, медицинских работников, внесших заметный вклад в создание и развитие системы здравоохранения в ядерных отраслях своих стран. К ним следует отнести повествования американских радиологов Стаффорда Уоррена, Джона Гофмана, Герберта Паркера и Марвина Голдмана, а также отечественных врачей Н. А. Кошурниковой, директора Филиала института биофизики №1 С. А. Романова и других⁴⁰.

Периодическая печать представляет четвертый вид источников. Актуальные проблемы медицинского обслуживания производственного персонала атомных предприятий и радиологической ситуации, сложившейся вокруг ареала их расположения, находили свое освещение на страницах ведущих газет и журналов США⁴¹. В Советском Союзе информация о радиационно-экологической ситуации в Уральском регионе и здоровье атомщиков размещалась в печатном издании Минатома и ядерного общества «Атомная энергия», журнале «Вопросы радиационной безопасности», еженедельной газете работников атомной энергетики и промышленности РФ «Атом-пресса».

Завершая обзор источников, отметим, что весь комплекс источниковой базы диссертации позволяет изучить исторические предпосылки и условия создания, развития и функционирования системы здравоохранения в атомных отраслях США и СССР, успешно решить поставленные исследовательские задачи.

Методология и методы исследования

³⁹ DOE: Oral Histories. [Электронный ресурс].URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/histories/index.html> (дата обращения: 03.01.2023)

⁴⁰ Oral History of Stafford Warren; Oral History of Dr. John W. Gofman; Oral History of G. M. Parker; Oral History of Marvin Goldman // US Department of Energy. Washington, DC: Office of Human Irradiation Experiments, 1995. [Электронный ресурс].URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 20.04.2020); Интервью с эпидемиологом, д.м.н. ФИБ-1 Н.А. Кошурниковой; Интервью с директором ФИБ-1 д.м.н. С.А. Романовым// личный архив автора.

⁴¹ Associated Press, Nuclear Plant's Closure Sought. Tri-City Herald, October 19, 1988. P.2.; Lewis, Mike In strange twist, Hanford cleanup creates latest boom. Seattle Post-Intelligencer. April 19, 2002. P.9.; Matthew L. Wald, U.S. Now to Keep Atom Plant Vow. New York Times, December 21, 1988. P.5.

Методологической основой нашего исследования стало сочетание формационного и институционального подходов, теории модернизации, которые обеспечивают наиболее адекватное понимание и объяснение всего многообразия процесса создания и развития радиационной медицины на первых плутониевых предприятиях США и СССР. В рамках формационного подхода развитие радиационной медицины рассматривается в условиях действия рыночной экономики в США и мобилизационной экономики в СССР. Институциональный подход помогает проследить схожее и различное в деятельности специализированных научных центров (Институт радиобиологии и биофизики (IRB), Филиалы института биофизики № 1 и № 4, Опытная научно-исследовательская станция (ОНИС) и др.), а также определить их основные функции при реализации медико-биологических программ, ликвидации радиационных аварий, лечения атомщиков и пострадавшего населения. С помощью теории модернизации анализируется формирование радиационной медицины, прослеживается ее путь от зарождения основ до радиационной генетики. Все три подхода (формационный, институциональный и модернизационный) не исчерпывают теоретического инструментария всеобъемлющего постижения истории проблем генезиса и эволюции радиационной медицины в двух ядерных державах.

В процессе работы над темой диссертационного исследования приходилось обращаться к биофизическим и радиоэкологическим взглядам ведущих исследователей, а также специалистов узкого профиля в области радиологии, генетики, физики здоровья. Все это свидетельствует о том, что в исследовании использованы элементы междисциплинарного подхода, которые содержат в себе теоретические и методологические аспекты разных наук.

Из основных исторических методов научного исследования широко применялись следующие: историко-генетический, историко-сравнительный, историко-системный.

Историко-генетический метод использовался при выявлении причинно-следственных связей и закономерностей создания и развития радиационной медицины на первых плутониевых предприятиях США и СССР.

Применение историко-сравнительного метода позволило показать, что многие процессы и события, происходившие в ходе становления радиационной медицины в разное время в США и СССР сходны, хотя во многом и отличаются друг от друга.

Активно использовался в исследовании историко-системный метод, с помощью которого происходило изучение создания и эволюции радиационной медицины не как цельного и самостоятельного, а как результата взаимодействия с другими сферами общественной жизни в США и СССР.

Основными принципами диссертационной работы являются научная объективность и историзм. В ходе исследования использовались традиционные логические методы познания: индукция и дедукция, анализ и синтез, классификация и аналогия, а также специальные исторические методы – диалектический, хронологический, периодизации, ретроспективный, структурно-функциональный и др.

Положения, выносимые на защиту:

1. В отличие от Советского Союза, радиационная медицина для будущей атомной промышленности Соединенных Штатов Америки создавалась постепенно, на протяжении 1920-1930-х гг., в основном при благоприятных экономических и социально-политических условиях. Накануне реализации Манхэттенского проекта (август 1942 г.) американцы располагали значительной базой научных данных о радиоактивных веществах, воздействии радиации на живые организмы, квалифицированными кадрами врачей-радиологов, развитой сетью профильных научно-исследовательских и медицинских учреждений. СССР ко времени окончания Второй мировой войны, из-за действия целого ряда негативных объективных и субъективных факторов, серьезно отставал от США

не только в области медико-радиационных разработок, но и в освоении атомной энергии в целом.

2. В США уже на начальном этапе функционирования плутониевого комплекса Хэнфорд была сформирована и эффективно проявила себя система медицинского обслуживания производственного персонала. В результате американским специалистам удалось избежать массовых, тяжелых переоблучений и профессиональных заболеваний атомщиков. Совершенно иная медико-радиационная ситуация сложилась в период освоения первых отечественных атомных объектов на Урале. На химкомбинате «Маяк» из-за целого ряда научных, технологических и организационных просчетов, недооценки воздействия радиации на человека переоблучению подвергся практически весь основной производственный персонал. Серьезные упущения имелись и в оказании квалифицированной медицинской помощи. В первое время из-за отсутствия медиков-радиологов прием профбольных вели врачи общей практики, слабо знакомые со спецификой лучевых заболеваний.
3. Если в США радиационная медицина складывалась как бы естественным, эволюционным путем, то в Советском Союзе в условиях мобилизационной экономики нередко предпринимались меры экстраординарного характера. В результате чрезвычайных усилий к концу 1950-х гг., т.е. через 10-12 лет после пуска в эксплуатацию химкомбината «Маяк», была создана система медицинского здравоохранения атомщиков. Причем существовала она отдельно от городского здравоохранения, была автономной и находилась в подчинении только атомного ведомства. В основу деятельности радиационной медицины СССР были заложены принципы целевого планирования и централизованного управления, которые в тех условиях обеспечивали работу научно-исследовательских и лечебных учреждений, различных организаций медико-радиационного контроля.
4. По сравнению с США, в СССР многие руководители атомной отрасли в условиях командной экономики и невероятной спешки не сразу осознали, что система медицинского обслуживания является одним из важнейших факторов

успешного решения и производственных заданий, что от работы медиков во многом зависит не только жизнь и здоровье производственников, но и судьба атомного проекта в целом. В дальнейшем все это нашло свое отражение в том, что руководство отрасли стало больше внимания уделять подготовке медицинских кадров, укреплению материально-технической базы здравоохранения.

5. Несмотря на многие различия в организации медицинского обслуживания атомщиков двух стран использовались практически одинаковые по форме и содержанию методы и способы медицинского контроля за здоровьем производственного персонала. В США действовали в этом отношении Медицинский отдел и медицинские станции на ядерных предприятиях, а в СССР соответственно Медико-санитарные отделы и здравпункты. Общим для атомщиков являлось проведение входных и периодических осмотров работников, регулярные анализы крови, специальные отборы на основное производство практически полностью здоровых людей.
6. На первом плутониевом предприятии в США не было крупных аварий и инцидентов, поэтому американские ученые испытывали нехватку предметных материалов для продолжения своих исследований, нередко прибегали к проведению антигуманных медицинских радиационных экспериментов на живых людях.

При эксплуатации ядерных объектов на химкомбинате «Маяк», как известно, произошли серьезные радиационные катастрофы, приведшие к загрязнению радионуклидами значительных территорий Урала, переоблучению населения. Приобретенный опыт в ходе ликвидации последствий этих аварий, а также полученные при этом эмпирические материалы, способствовали развитию радиационной медицины, радиационной экологии, радиационной генетики и других научных направлений.

7. Сначала в США, а затем и в СССР, ученые специализированных научных центров были вынуждены уделять больше внимания изучению медико-биологических проблем среди атомщиков и местного населения вблизи

плутониевых предприятий. Созданные базы данных подвергшихся облучению ветеранов-атомщиков и их потомков помогут, по мнению специалистов, изучить отдаленные последствия и изменения в их здоровье, спрогнозировать возникновение и развитие онкологических и генетических изменений в последующих поколениях.

Научная новизна диссертации заключается в том, что впервые в отечественной историографии предпринята попытка сравнительного анализа процесса создания и становления радиационной медицины от ее зарождения до наших дней. На основе междисциплинарного синтеза рассмотрены исторические предпосылки и условия формирования и развития радиационной медицины в контексте с реализацией американского и советского атомных проектов. Выявлено общее и особенное в организации медицинского обслуживания за состоянием здоровья производственного персонала ядерных объектов и местного населения, проживающего около первых плутониевых предприятий в США и СССР.

В научный оборот введены новые американские и советские архивные документы, относящиеся к проведению медицинских мероприятий по оказанию помощи пострадавшим в результате радиационных аварий и инцидентов. Впервые в исторической литературе представлены материалы о деятельности ученых по изучению онкологических заболеваний, отдаленных по времени медико-биологических последствий у ветеранов-атомщиков и их потомков.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Материалы диссертационного исследования могут быть использованы при написании обобщающих трудов по отечественной и зарубежной истории, разработке общих и специальных курсов по истории Урала, а также при создании учебных и учебно-методических пособий по историческому краеведению, регионоведению, экологии и истории науки и техники.

Апробация работы

Основные результаты работы были представлены автором на 7 международных, 5 всероссийских и 3 региональных научных конференциях.

По теме исследования опубликовано 16 научных статей, в том числе 4 статьи в ведущих научных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, выполненных лично автором и в соавторстве с д.и.н., профессором В. С. Толстиком. Диссертация обсуждена на заседании кафедры истории, музеологии и документоведения Челябинского государственного института культуры.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списков источников и литературы, аббревиатур и сокращений, а также приложений, состоящих из таблиц, карт и фотографий.

ГЛАВА 1. ГЕНЕЗИС И СТАНОВЛЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ В США И СССР.

1.1. Исторические предпосылки и условия возникновения радиационной медицины

На рубеже XIX-XX вв. в мировой науке произошли революционные изменения в области физики и химии. Во многом это было связано с тем, что в декабре 1895 г. немецкий физик В.К. Рентген открыл излучение, названное им X-лучами, впоследствии их стали называть рентгеновскими лучами или рентгеновским излучением. Научное открытие В.К. Рентгена сыграло важную роль в исследованиях строения атома и структуры химических элементов, нашло широкое применение в технике и медицине.

В феврале 1896 г. профессор физики Парижского музея естественной истории А. Беккерель, изучая соли урана, открыл их естественную радиоактивность⁴². В отличие от рентгеновского излучения, которое работало от электричества, урановые лучи обладали своим природным излучением. Гипотеза о том, что явление радиоактивности идентично рентгеновскому излучению, вскоре была развенчана.

4 февраля 1898 г. немецкий ученый Г. Шмидт сообщил Берлинскому научному обществу, что способностью испускать проникающее излучение обладает также торий. 12 апреля того же года в Парижской Академии наук с подобным докладом выступила Мария Склодовская-Кюри. Затем А. Резерфорд установил, что так называемые урановые лучи — это на самом деле смесь излучений. Стало известно, что в их состав входят альфа-, бета- и гамма-излучение⁴³.

⁴² Le Radium: découverte, utilisation et danger. Culture Sciences Chimie. Site de ressources en chimie pour les enseignants. [Электронный ресурс]. URL: <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/le-radium-d%C3%A9couverte-utilisation-et-danger> (дата обращения: 14.05.2020).

⁴³ Линденбратен Л.Д., Королук И.П. Медицинская радиология: основы лучевой диагностики и лучевой терапии. М., 2000. С.17.

Открытие рентгеновского излучения и естественной радиоактивности — звенья одной цепи, первые камни фундамента, на котором были построены ядерная физика и современная медицинская радиология.

Стремительное наступление физиков на тайны невидимого мира развивалось успешно, научные открытия следовали одно за другим. Сообщение А. Беккереля определило и дальнейшую научную судьбу Марии Склодовской-Кюри, которая установила еще один важный факт: урановая и ториевая руды оказались более «радиоактивными», чем чистый уран или торий. В результате она предположила, что в урановой руде должны содержаться ещё радиоактивные примеси. В своей лаборатории Мария Склодовская-Кюри и ее муж Пьер Кюри в течение двух лет вели работу по выявлению таких примесей.

Урановая руда, полученная супругами в небольшом чешском городке Якимово, имела сложный состав и содержала большое количество элементов: серебро, висмут, барий, свинец и др. Ученые обнаружили, что выделенные ими из руды фракции бария и висмута тоже были радиоактивными, хотя чистый барий и висмут такими свойствами не обладают. Дальнейшую, поистине гигантскую и опасную для здоровья, работу супругов Кюри можно обозначить как величайший научный подвиг. Они переработали 7 тонн урановой руды, получив в результате около одного грамма нового химического элемента, который оказался в миллион раз радиоактивнее природного урана. Этот новый элемент был назван «радием», что в переводе на русский язык означает «лучистый»⁴⁴.

В 1903 г. вслед за Вильгельмом Рентгеном, Анри Беккерелем, Пьер и Мария Кюри были вознаграждены за свою работу, получив Нобелевскую премию по физике. После такого грандиозного успеха радий произвел революцию в общественном сознании, а его выдающиеся свойства везде принялись пропагандировать⁴⁵. «Великий революционер — радий», — так писали о нем ученые в начале XX в. О вредности радия тогда мало кто догадывался, и его

⁴⁴ Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Указ. соч. С.20.

⁴⁵ Adrian M.K., Banerjee Thomas Arpan K. The History of Radiology. United Kingdom, 2013. P.17.

добавляли во многие другие вещества – от питьевой воды и лекарств до косметики и зубной пасты.

Открытие радия ознаменовало собой рождение радиационной медицины. Ученые из Германии, Франции, США и России стали использовать радий в медицинских целях. В 1900 г. немецкие ученые Уокхофф и Гизель обнаружили, что данное химическое вещество обладает свойством воздействовать на функции живых организмов. В это же время П. Кюри в сотрудничестве с медицинскими работниками, изучая влияние радиоактивного элемента на животных, пришли к выводу, что радий может залечивать раны и даже опухоли. В июне 1901 г. П. Кюри и А. Беккерель публиковали совместную статью о «физиологическом воздействии лучей радия», положившей начало лучевой терапии, которую в то время называли радиотерапией, или брахитерапией.

Следует отметить, что А. Беккерель первым предложил использовать радий в медицинских целях, а также обнаружил его опасные свойства воздействия на человека. В апреле 1902 г. Анри Беккерель по просьбе Пьера Кюри подготовил препарат радия для демонстрации его чудесных, целебных свойств во время проведения научной конференции. Однако, положив стеклянную пробирку с радием в карман своего жилета, спустя десять дней он обнаружил на коже руки покраснение, на этом месте затем образовалась язва, которая долго не заживала⁴⁶.

В то же время имелось тогда немало ученых в США, Франции, России и других странах, которые этот новый элемент сочли исключительно полезным для здоровья людей и призывали шире применять его в медицине. Одни видели в нем альтернативу хирургии, другие – средство для омоложения, сходились во мнении, что радий в организме поддерживает физиологические процессы в норме и несет человеку только блага. Даже появившиеся сообщения о том, что радий является причиной образования язв на теле человека, возникновения болезней костей и изменений в картине крови, не поколебали веру в его чудодейственные свойства.

⁴⁶ Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Указ.соч. С.20–22.

Что касается России, то феноменом радиоактивности отечественные ученые заинтересовались сразу после ее открытия А. Беккерелем. Профессора Петербургского университета И.И. Бергман и А.П. Афанасьев (1900 г.) изучали радиоактивные вещества, в частности, лечебные свойства целебных грязей. В.К. Лебединский (1902 г.) и И.А. Леонтьев (1903 г.) исследовали влияние радиоактивности на искровые разряды и одними из первых определили природу гамма – излучения⁴⁷. Изучением действия радия на металлы, парафин и другие легкоплавкие вещества занимался профессор Н.А. Орлов.

Кроме Петербургского университета такого рода работы велись в университетах других городов (Одесса, Харьков). Значительных успехов в исследовании радиоактивности добился отечественный ученый-биохимик Е.С. Лондон, который внес большой вклад в изучение медико-биологических эффектов радия. Он одним из первых установил, что различные органы и ткани человека обладают разной степенью чувствительности к радиации. В России Е.С. Лондон успешно использовал радиотерапию при лечении онкологии и на фоне всеобщего бездумного увлечения медицинским, коммерческим и бытовым применением радия выступил с предупреждением о его опасности и необходимости мер радиационной защиты и гигиены.

В 1897-1904 гг., в начале ядерной эры, благодаря своим опубликованным работам Е. С. Лондон стал одним из мировых лидеров радиобиомедицины⁴⁸. Лейпцигское академическое издательство поручило российскому ученому подготовить первую в мире монографию, обобщающую новое направление науки, что и было им выполнено в 1911 г.⁴⁹ В это же время Ефим Семенович выступил перед императором Николаем II с предложением о необходимости развития ядерной науки в России в силу особой перспективности данного направления, которое, по мнению ученого, определило бы в будущем силу нации⁵⁰.

⁴⁷ Игонин В. В. Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики. Саратов, 1975. С. 100.

⁴⁸ Лондон Е.С. Избранные труды (к 100-летию со дня рождения Е.С. Лондона). М.-Л.,1968.391с.

⁴⁹ Лондон Е.С. Радий и его значение в биологии и медицине. СПб.,1911.68 с.

⁵⁰ Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Указ. соч. С.593.

Большое научное значение по изучению проблем радиоактивности имели и результаты исследований российского ученого Л.С. Коловрат-Червинского, который в 1906-1911 г. работал в лаборатории Марии Склодовской-Кюри в Париже. Под ее руководством он составил сводную «Таблицу констант радиоактивных веществ⁵¹», а также впервые показал, что чистый радий наряду с альфа-излучением имеет также более слабое бета-излучение. Работы Л.С. Коловрат-Червинского нашли отражение в монографии Марии Кюри и Эрнеста Резерфорда «Радиоактивные вещества и излучение». Всего им было написано около 250 научных публикаций по данной тематике.

Активное участие в изучении проблем радия принял и известный отечественный ученый, академик В.И. Вернадский. В 1913 г. он выступил с научным докладом перед Императорской Академией наук, где рассказал о поиске и исследовании месторождений радиоактивных минералов, а также об успехах немецких и французских ученых в отношении использования радия при лечении онкологических заболеваний⁵². В.И. Вернадский предлагал, чтобы в больницах и клиниках использовали соли радия в терапевтических целях. Однако, в то время добыча и производство радия в стране практически отсутствовали, не шли ни в какое сравнение с Германией, Англией, Францией, США и Австро-Венгрией. В.И. Вернадский видел в радии перспективы для дальнейшего развития новых отраслей науки, как будущего источника энергии, необходимого для развития экономики страны, поэтому выступал за расширение его добычи и производства на территории Российской Империи.

По инициативе В.И. Вернадского в 1911-1912 гг. и в 1913-1916 гг. были организованы Радиевые экспедиции Российской Академии наук (РАН), которые проводили исследования в различных регионах страны, в том числе и на Южном Урале в Ильменских горах около г. Миасса, где вели поиск радия и других

⁵¹ Коловрат Л. С. Таблица констант радиоактивных веществ. Париж, 1914. С. 1– 6.

⁵² Докладъ Комисіи по изслѣдованію мѣсторожденій радіоактивныхъ минераловъ, избранной въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія Императорской Академіи Наукъ 30 октября 1913 года / А. Карпинскій, Б. Голицынъ, М. Рыкачевъ. Ѳ. Чернышевъ, В. Вернадскій, П. Вальденъ // Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. VI серія. — 1913. — Том 7, выпуск 18. — С. 1050 –1058.

редкоземельных элементов. Сам академик, неоднократно побывавший на Урале, отмечал, что в результате этих экспедиций на Ильменах собрали «интереснейший материал»⁵³.

Несмотря на неоднократные призывы В.И. Вернадского и других ученых, российское правительство не проявляло особого интереса к решению радиевых проблем, финансировало их крайне недостаточно. В стране исследования по данному направлению носили разрозненный, нецеленаправленный характер, фактически не было создано необходимых условий для развития медицинской радиологии⁵⁴. Из-за слабого материального обеспечения лишь отдельные энтузиасты проводили опыты по изучению физико-химических свойств радия, в основном, с опорой на исследования зарубежных коллег⁵⁵, изучали радиоактивность целебных грязей, содержащих инертный радиоактивный газ – радон⁵⁶.

Вместе с тем, следует отметить, что без участия в этих исследованиях русских ученых-радиологов всех направлений не было бы базы для создания отечественной радиевой промышленности и развития радиационной медицины, а в конечном итоге атомной науки и промышленности.

Открытие европейскими учеными явления радиоактивности, сообщения о «чудодейственных» лечебных свойствах радия в США первоначально вызвали подъем коммерческого интереса. В стремлении заработать как можно больше крупные частные корпорации, банки стали щедро спонсировать добычу и производство радия, а затем и выпуск товаров с его содержанием.

Финансовая поддержка со стороны бизнеса способствовала привлечению многих американских ученых к разработке и участию в реализации радиевых программ, ускоренному развитию радиевой отрасли и, вследствие этого, радиационной медицины.

⁵³ Вернадский и Урал. Заповедные Ильмены (Буклет). Миасс, 2013. С.1–2.

⁵⁴ Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Указ.соч. С.25.

⁵⁵ Obodovskiy I. Radiation: Fundamentals, Applications, Risks, and Safety. Elsevier, 2019. P.503–505.; Лондон Е.С. Избранные труды (к 100-летию со дня рождения Е.С. Лондона). М.-Л.,1968. 391 с.

⁵⁶ Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Указ. соч. С.25.

С 1913 г. в США стал издаваться журнал «Радий», в котором врачи освещали результаты радиолечения различных заболеваний, с учетом аналогичного опыта европейских коллег. Компания «Standard Chemical Company», которая являлась одним из учредителей журнала, на своей базе впервые в США с участием специалистов, стала проводить медико-биологические эксперименты с применением этого радиоактивного вещества с целью изучить и обосновать влияние радия на организм человека⁵⁷. Медицинские опыты, проводимые здесь доктором Фредериком Пройшером на 34-х больных, страдающих различными воспалениями суставов, показали, насколько новый химический элемент может быть полезным для человека. Считалось, что радий может излечить человека от распространенного заболевания суставов – артрита. В результате своего исследования Ф. Пройшер пришел к выводу, что пациенты хорошо переносят дозы радиевой инъекции до 1000 микрокюри. В то же время он установил, что смертельная доза для человека составляет примерно 60 000 микрокюри. Пройшер также впервые в мире определил допустимый предел вредности радия для человека и долгосрочность воздействия радиации на организм.⁵⁸

Благодаря новым научным открытиям американские врачи в клинической практике стали использовать иглы радия и аппликаторы (повязки, припарки) для лечения опухолей или кожных заболеваний. Радиовая вода и радиевые инъекции применялись даже при лечении синдрома повышения артериального давления - гипертонии.

Первоначально медики, не сомневаясь в исцеляющих свойствах радия, рекомендовали использовать его в растворенном виде, как целебную микстуру. Одним из первых сторонников этой идеи был доктор К. Э. Филд, который проводил радиоактивные опыты вплоть до 1920-х годов, даже когда стали известны опасные воздействия радия при попадании вовнутрь человеческого организма. К.Э. Филд и его ученик доктор Финдли Джон практиковали

⁵⁷ Rowland R.E. Radium in Humans: a review of U.S. studies. Argone, 1994. P.25.

⁵⁸ Там же. P.4.

употребление радиевых растворов для лечения хронических заболеваний. Ф. Джон сам лично принял около 1000 микрограмм радия, растворенного в воде, а его супруга около 200 микрограмм. Впоследствии остаточное содержание радия в организме Ф. Джона оценивалось в 711 микрокюри; а у его жены в 108 микрокюри. В конечном итоге, они стали жертвами собственных радиевых экспериментов и оба умерли от одного онкологического заболевания – рака кожи, вызванного за счет внутреннего облучения радием⁵⁹.

Следует отметить, что ещё в период Первой мировой войны открытия В. Рентгена, А. Беккереля и супругов Кюри нашли себе практическое применение. С этого времени рентген и радий активно использовались в промышленности и медицине, сыграли важную роль в оснащении войск вспомогательными средствами, в обеспечении их современной по тому времени медицинской техникой и различными приборами.

Мария Кюри участвовала в разработке мобильных хирургических установок, создав восемнадцать рентгенологических машин по прозвищу «Маленькие Кюри», которые оснащались рентген-аппаратами для диагностики переломов костей и радиевыми инъекциями для лечения различных ран и повреждений. В 1914-1918 гг. такие современные передвижные медицинские пункты находились в действующих армиях Франции, Великобритании и США. Французская компания «Массиот» во время Первой мировой войны оснастила медицинские грузовики радиографическим оборудованием, стала изготавливать так же радиологические столы, с помощью которых диагностировали переломы костей прямо на фронте⁶⁰.

В период войны радиевое напыление стали применять на стрелках и циферблатах при производстве наручных часов. Такие часы, светящиеся в темноте, американская компания «Радиум Дил» выпускала вплоть до 1920 г., и они очень ценились солдатами в окопах Первой мировой войны, считались

⁵⁹ Rowland R.E. Указ.соч. P.13.

⁶⁰ Le Radium: découverte, utilisation et danger. Culture Sciences Chimie. Site de ressources en chimie pour les enseignants. [Электронный ресурс]. URL: <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/le-radium-d%C3%A9couverte-utilisation-et-danger>. (дата обращения: 14.05.2020).

модными в США. Компания «Дженерал Радий Корпорейшн» по производству светящихся циферблатов использовала радий для нанесения его на самолетные, артиллерийские и навигационные приборы.

После окончания Первой мировой войны радий, оставаясь одним из самых популярных товаров в мире, широко применялся в США в производстве медицинского оборудования, предметов быта, и особенно в изготовлении лекарств. С 14 февраля 1920 г. предприятие компании «Дженерал Радий Корпорейшн», которое ранее производило светящиеся часы, приступило к выпуску новых радиевых лекарств, применявшихся в хирургии и гинекологии. Считалось, что растительным маслом с содержанием радия «Терралайн» можно вылечить бронхиальный кашель⁶¹, к тому же этот препарат обладал слабительным свойством и одновременно с кашлем лечил проблемы с кишечником. В хирургии предлагалось использовать его в качестве смазки для кишечника с целью устранения запоров. Причем «Дженерал Радий Корпорейшн» без всяких оснований гарантировала безопасность использования подобных средств⁶². (См. Приложение 2) Правда, эта гарантия выражалась только в поставках чистого вещества в фармацевтические компании⁶³. Главным здесь являлся лишь коммерческий интерес, а не забота о здоровье потребителя.

В 1920-1930 гг. на американском и европейском рынке широко рекламировалась и пользовалась особой популярностью среди потребителей целебная микстура «Радитор», с помощью которой якобы можно было излечить любые заболевания от артрита до импотенции. «Радитор» свободно продавался в аптеках и был доступен для самолечения. В течение 10 лет только в США продали около 500 000 бутылок этого радиоактивного препарата. В результате потребления «Радитора» пострадали десятки тысяч людей, а некоторые из этих случаев закончились летальным исходом. В 1932 г. американский миллионер

⁶¹ National Archives Catalog (NARA). F.NN3.In.SLC-16.box.001.National Archives Identifier. 75718486. P. 1-2. URL: <https://catalog.archives.gov/id/75718486> (дата обращения: 15.01.2023).

⁶² NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifier: 75718500. P.1. URL: <https://catalog.archives.gov/id/75718500> (дата обращения: 15.01.2023).

⁶³ NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifier: 75718510. P.1. URL: <https://catalog.archives.gov/id/75718510> (дата обращения: 15.01.2023).

Эбен Байерс в результате приема такого «лекарства» скончался из-за развития у него некроза челюсти и гнойного воспаления ног⁶⁴. Изобретатель «Радитора» Уильям Дж. А. Бейли умер в возрасте 64 лет от рака мочевого пузыря, который проявился у него после многолетнего потребления «Радитора»⁶⁵.

Во Франции компания доктора Альфреда Кюри и фармацевта Муссалли «Фо-Радиа» производила стоматологические зубные пасты, крема от морщин, косметические пудры с содержанием радия. Считалось, что такая светящаяся радиоактивная косметика избавит женское лицо от морщин и придаст омоложение коже.

В США и других странах радий использовался в электрических грелках и препаратах против мужского бесплодия. Популярным лечебным средством от импотенции считались в 1920-е гг. пластины под названием «радиоэндокринатор», которые носили в нижнем белье ночью. Сам изобретатель «радиоэндокринатора» потом умер от рака мочевого пузыря. Благодаря тому, что в США радий с 1910 г. производился в промышленных масштабах, он стал доступен широкому потребителю, массово использовался в промышленности и маркетинге. Этот химический элемент оказался во многих неожиданных местах еще до того, как опасные последствия его излучения были хорошо изучены. Радий широко использовали в пищевых продуктах, в детских игрушках и других товарах массового потребления. Например, американская компания «Барк и Браун» занималась изготовлением шоколадных батончиков, в составе которых использовалась вода с радиоактивным веществом. Эти батончики экспортировались в другие страны и стали очень популярными в период с 1910 по 1930-е гг⁶⁶.

Широкую огласку в США и за их пределами в середине 1920-х – начале 1930-х гг. получил инцидент с молодыми красильщицами циферблатов,

⁶⁴ Eben M. Byers: The Effect of Gamma Rays on Amateur Golf, Modern Medicine and the FDA. Heritage. Vol.12. No 1. 2004. P.6–7.

⁶⁵ Rowland R.E. Указ. соч. P.8.

⁶⁶ Crezo A. 9 ways people used radium before we understood the risks, 2012. URL: <https://www.mentalfloss.com/article/12732/9-ways-people-used-radium-we-understood-risks> (дата обращения: 11.06.2020).

известный как «Радиевые девушки»⁶⁷. (См. *Приложения 3-4*) Связано это было с тем, что компания «Радиум Дил» уже в послевоенное время продолжала массовое производство светящихся часов. Нанесением радиевой краски на стрелки циферблатов, чтобы они светились в темноте, в основном занимались молодые женщины. Такую операцию за день одна девушка проводила от 6 до 15 раз, при этом обмакивая кончик кисточки с радиоактивным веществом у себя во рту. Согласно проведенным подсчетам, в организм каждой из красильщиц попадало 125-200 мг радиоактивной краски за смену⁶⁸. Молодые девушки вспоминали, как их волосы и одежда мягко светились после рабочего дня. Через некоторое время у красильщиц стали проявляться гнойные язвы на губах, заболевание зубов, которые были предвестниками развития рака костной лицевой ткани - остеосаркомы. Как оказалось, радий имел неприятное свойство воздействовать на кости, замещая при этом в них кальций. Поэтому клиническими проявлениями заболеваний у девушек были разрушающиеся зубы и хрупкие кости.

1 марта 1924 г. зарегистрировали первый случай радиационного поражения среди красильщиц циферблатов, когда работница фабрики Вера Элдридж обратилась в стоматологическую клинику с проблемами зубов. Рентгенологический снимок показал картину, по которой стоматологи еще не могли предположить, что это результат онкологических изменений челюсти. Вере Элдридж поставили диагноз, нехарактерный для ее молодого возраста 29 лет, «альвеолярная резорбция», то есть частичное рассасывание костных стенок зубов, которое обычно происходит у пожилых людей. Через некоторое время выяснилось, что подобные заболевания стали наблюдаться и у других красильщиц циферблатов.

11 марта 1924 г. в местной газете опубликовали заметку о смерти еще одной молодой девушки из штата Нью-Джерси, которая умерла от опухоли,

⁶⁷ NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifier: 75718415. P.1-4.URL: <https://catalog.archives.gov/id/75718415> (дата обращения: 15.01.2023)

⁶⁸ Obodovskiy I. Указ. соч. P. 519-520.

возникшей в результате нанесения на губы радиевой краски⁶⁹. Всего зарегистрировали 10 подобных летальных исходов⁷⁰, большинство из которых обнаружили через пять-десять лет после начала работы девушек на фабрике. Как оказалось, все эти работницы по производству часов, получившие название «радиевые девушки», обладали одинаковыми симптомами заболеваний - у них, например, часто случались спонтанные переломы костей, а у некоторых развились костные саркомы⁷¹. Более поздняя клиническая картина у бывших красильщиц проявилась еще через 10-20 лет с выявлением многочисленных онкологических изменений⁷².

Оценка заболеваний на предприятии в Нью-Джерси показала, что «радиевые девушки» при работе со светящейся краской, содержащей радиоактивные материалы, не имели никаких знаний и представлений о ее химическом составе. Первоначально они считали, что отравили свой организм фосфором. В то же время их работодатель вообще исключал какую-либо вероятность заболевания от воздействия на организм небольшого количества радия, полагая, что он просто будет выводиться через пищеварительный тракт из организма человека⁷³.

Из-за участившихся случаев отравления радием американская корпорация по производству часов вынуждена была разработать элементарные правила техники безопасности, которые предусматривали обязательную стерильность рабочего места во время работы и запрещение работникам облизывать кончики кисточек⁷⁴.

Всего в конце 1920-х гг. в США насчитывалось 120 фабрик, где использовалась радиевая краска, а общая численность красильщиков циферблатов

⁶⁹ NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifier: 75718714. P. 1. URL: <https://catalog.archives.gov/id/75718714> (дата обращения: 15.01.2023).

⁷⁰ Obodovskiy I. Указ.соч. P. 519–520.

⁷¹ Rowland R.E. Указ.соч. P.28.

⁷² Stannard J.N. Radioactivity and health a history. California, San Diego, 1988. P.25.

⁷³ NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifiers: 75719256.2 p. URL: <https://catalog.archives.gov/id/75719256> (дата обращения: 15.01.2023).

⁷⁴ NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifier: 75719137. P. 1–15. URL: <https://catalog.archives.gov/id/75719137> (дата обращения: 15.01.2023).

на этих предприятиях составляла 4133 человек, из которых оказалось заболевших – 1741 женщина и 161 мужчина. Среди них зафиксировали 23 смертельных случая, связанных с радиацией, и еще 19 случаев, страдающих от отравления радиоактивными веществами. Из 42 пострадавших 33 работали красильщицами циферблатов. При обследовании 31 фабрики, из 120 по производству светящихся часов, выявили около 250 рабочих, которые непосредственно подвергались воздействию радиоактивных материалов⁷⁵.

Во второй половине 1920-х годов все большее число ученых и врачей начали сомневаться в лечебных свойствах радия и постепенно стали признавать его связь с возникновением сложных, изнурительных болезней, поражающих различные органы людей. Американские врачи Теодор Блюм, а позднее и Фридерик Л. Гофман, сосредоточили свое внимание на изучении сходства всех этих трагических случаев среди красильщиц циферблатов и пришли к выводу о связи их с радионуклидами, которые присутствовали в составе светящейся краски для часов. Доктор Сесил К. Дринкер, с кафедры гигиены Гарвардской Медицинской школы, установил, что болезни зубов и десен у радиевых девушек связаны именно с радием⁷⁶. В 1925 г. доктор Фредерик Л. Гоффман дал общее название всем этим случаям заболеваемости «Радиевый некроз». В 1931 г. врач Харрисон С. Мартланд обнаружил концентрацию радия в определенных органах: селезенке, костях, красном костном мозге и печени и сделал вывод, что его излучение может вызывать злокачественные новообразования при облучении равном от 243 микрокюри до 400 микрокюри.⁷⁷ В этом же году Х.С. Мартланд пришел к выводу, что альфа-частицы, вероятно, являются самым мощным и разрушительным агентом в числе тех, которые уже были известны науке⁷⁸.

Как уже отмечалось ранее, история "радиевых девушек" стала широко известна в мире. В отличие от медицинских радиевых экспериментов,

⁷⁵ Obodovskiy I. Указ. соч. P.521–522.

⁷⁶ NARA. NN3.SLC-16.001. ARC Identifiers: 75719662.P.1-3.URL: <https://catalog.archives.gov/id/75719662> (дата обращения: 15.01.2023).

⁷⁷ Rowland R.E. Указ.соч. P.14–23.

⁷⁸ Stannard J.N. Указ.соч. P.17.

происходивших в это же время с анонимными пациентами, случаю с радиевыми девушками придали огласку и публичность благодаря страховым компаниям и судебным процессам, привлекли тем самым внимание общественности и работников данной отрасли производства к этой потенциальной опасности.

Несмотря на возрастающее количество трагических случаев, связанных с использованием радия, в США, по-прежнему, многие специалисты считали его безопасным, широко рекламировали как весьма полезное медицинское вещество. Длительное время, вплоть до начала 1930-х гг., серьезного изучения в области радиоактивности не проводилось, не было создано и соответствующих научно-исследовательских центров в этом отношении.

Что касается России, то когда шла гражданская война, в 1918 г. основали Петроградский государственный рентгенологический и радиологический институт с физико-техническим, радиевым и медико-биологическим отделами, которые затем преобразовали в самостоятельные научно-исследовательские институты⁷⁹.

В 1922 г. на базе радиевого отдела был создан Радиевый институт Академии наук (РИАН), один из первых и ведущих научно-исследовательских институтов в нашей стране, внесший огромный вклад в изучение явлений радиоактивности, проблем атомной энергии. Первым директором нового института стал академик В. И. Вернадский, его заместителем — В. Г. Хлопин, физический отдел возглавил Л. В. Мысовский. С этого времени началось возрождение отечественной медицинской радиологии, как самостоятельной научной и клинической дисциплины.

11 февраля 1922 г. В. И. Вернадский, выступая на заседании учёного совета РИАНа, определил цели института: «Радиевый институт должен быть организован так, чтобы он мог направлять работу на овладение атомной энергией

⁷⁹ Создание первой советской атомной бомбы. М., 1995. С. 28.

— самым могучим источником силы, к которому подошло человечество в своей истории»⁸⁰.

Научные сотрудники РИАНа активно включились в проведение исследований, когда под руководством В.Г. Хлопина им удалось получить из отечественной руды первые образцы радия, которые затем демонстрировались в Париже. Изучая сложные радиохимические процессы, они разрабатывали первые препараты на основе радия, которые затем использовались в медицинских целях⁸¹.

С 1927 по 1930 гг. в Радиевом институте отечественные радиохимики А.В. Козлова, Б.А. Никитин, А.П. Ратнер, С.Н. Ардашников, работавшие с препаратами радия и тория, одними из первых в стране испытали на себе вредное воздействие излучения на коже и ногтях рук. Проявленные поражения варьировались от сухого хронического дерматита до острого лучевого ожога пальцев работающей руки.

На протяжении первой трети XX в. одной из важных проблем было отсутствие единой системы определения допустимых доз облучения. Уровень воздействия радия определяли в миллиграммах (мг), а для рентген-излучения существовал норматив так называемых кожных эритемных доз (КЭД)⁸². Регламентировать опасность радиационного воздействия первоначально пытались за счет ограничения времени контакта с радиоактивным излучением до 4 часов и применением некоторых примитивных средств защиты⁸³. Общие рекомендации по организации работы с радиоактивными веществами появились только в 1936 г., когда впервые в США установили общий норматив в 0,1 рентген за смену или 30 рентген за год⁸⁴.

⁸⁰ Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского: из неопубликованных материалов и др. // АН СССР, Ин-т истории естествознания и техники, Ленингр. отд. Ленинград, 1988. № 3. С. 36

⁸¹ Петросьянц А. М. Атомистика и ее шаги в истории // Создание первой советской атомной бомбы. М., 1995. С. 29.

⁸² Ильин Л. А. Радиационная медицина. Т.1. Теоретические основы радиационной медицины. М., 2004. С.90–94.

⁸³ МАОГО. Ф.111.Оп.1. Д.6. Л. 128.

⁸⁴ National bureau of standards handbook НВ 20. X-Ray Protection. Washington, 1936. 35 p.; National bureau of standards handbook Н23. Radium protection. Washington, 1938. 12 p.

Кроме результатов, полученных в результате собственных исследований, сотрудники РИАНа получали сведения о работах зарубежных коллег, случаях радиационного поражения. В 1928 г. в отечественной литературе появилось первое сообщение о происшествии с «радиевыми девушками» из Нью-Джерси, затем, в 1929 г. о злокачественном заболевании крови и костного мозга у научного сотрудника Копенгагенского радиевого института. В этот же год в США достоянием гласности стала информация о часто возникающих опухолях костей и полости рта среди лиц, покупающих радиевые краски для домашнего использования⁸⁵.

В начале 1930-гг. в Вене опубликовали первые сведения о лучевых поражениях, когда у 30 пациентов, подвергшихся облучению, наблюдалось лучевое поражение глаз. При этом отмечалось, что лучевые катаракты имели специфическую клиническую картину и сильно отличались от обычных дегенеративных старческих катаракт. Таким образом, у отечественных специалистов Радиевого института формировались первоначальные знания о радиационной медицине, как за счет собственного, так и во многом иностранного опыта. В Советском Союзе еще не наблюдалось подобных инцидентов, потому что радий в минимальных количествах использовался только в лабораторных условиях специалистами и учеными Радиевого института. В стране по-прежнему отсутствовало промышленное производство этого очень редкого и дорогого химического элемента.

В 1932 г. в мировой физике произошло еще одно важное научное событие - английский физик Джеймс Чедвик открыл нейтрон, а в 1934 г. Ирен и Фредерик Жолио-Кюри получили первый искусственный изотоп фосфор-30, что стало открытием искусственной радиоактивности химических элементов, ознаменовавшее начало современной ядерной науки.

⁸⁵ Ильин Л.А. Указ. соч. С.91.

В начале 1930-х гг. были начаты исследования в различных университетских лабораториях США с целью применения радиоактивных материалов в медицине и, особенно, при лечении онкологических заболеваний.

В это время лаборатория «Рад» Калифорнийского университета, ставшая потом известной во всем мире, только начинала делать себе имя в атомной науке. Молодые ученые-энтузиасты мечтали тогда не об оружии массового уничтожения, а о раскрытии тайн Вселенной. В 1930 г. сотрудники лаборатории Э. Лоуренс и С. Ливингстон создали первый в мире циклотрон, который позволил американским ученым активно проводить эксперименты в области ядерной физики, искусственной радиоактивности и радиационной медицины⁸⁶. От атома ученые стремились узнать больше как об огромной энергии, которая может быть использована на благо человечества и, возможно, даже для излечения рака.

Сотрудники Лаборатории «Рад» братья Эрнест и Джон Лоуренс курировали работу других врачей-исследователей, которые изучали возможности использования радиоизотопов для лечения онкологических больных. Лоуренсы обнаружили, что производимые циклотроном радиоактивные элементы химически идентичны своим стабильным аналогам: радиоактивное железо, фосфор, углерод и натрий метаболизируются в организме человека точно так же, как и их природные аналоги.

Ученые и врачи в то время нередко сравнивали радиоизотопы с микроскопами, надеясь, что они могут применяться для изучения биохимических процессов человеческого организма, способными разрушать раковые клетки. В лаборатории «Рад» впервые стали исследовать эти научные предположения опытным путем в медицинских целях. Например, вводя пациенту определенную дозу радиоактивного натрия, врачи прослеживали путь вещества с помощью счетчика Гейгера, при этом пытались выявить закупорки в системе кровообращения. Братья Лоуренсы стремились применить тот же метод к животным, растениям и даже промышленным процессам. Причем, ими двигало

⁸⁶ Welsome E. The Plutonium Files: America's Secret Medical Experiments in the Cold War. New York, 1999. P.25–28.

желание и возможность хорошо заработать на новом виде лечения. Об этом свидетельствуют многие факты, когда Эрнест и Джон Лоуренс использовали свои научные разработки в целях дополнительного заработка к научной деятельности, продавая студентам радиоактивные микстуры даже во время своих лекций в университете. За отдельную плату они применяли радиоактивный фосфор для лечения некоторых видов лейкозов и болезней крови у богатых людей⁸⁷.

Эти ученые настолько верили в целебную силу нейтронов, что своей матери Гунде Лоуренс провели лечение рака таза, направив луч из циклотрона прямо на злокачественную опухоль⁸⁸. Новый способ лечения оказался успешным, так что впоследствии стал одним из основных в лучевой терапии, повсеместно применяется в медицине и в настоящее время⁸⁹.

В конце 1930 – х гг. и вплоть до начала реализации Манхэттенского проекта на базе Калифорнийского университета шел активный поиск эффективных лекарств от онкологических заболеваний, который сопровождался множеством неудач в связи с использованием продуктов радиоактивного распада. В то время врачи-рентгенологи во главе со Р.С. Стоуном проводили медицинские радиационные эксперименты с различными пациентами, в результате которых, как первоначально считалось, «вылечили» 128 человек⁹⁰. Среди них были люди, представляющие разные социальные группы населения, начиная от обычных граждан, находящихся под стационарным наблюдением, с неизлечимыми онкологическими заболеваниями, и заканчивая миллионерами, которые приезжали поправить свое здоровье с помощью дорогостоящих радиоактивных лекарств. Рентгенолог Роберт Стоун в 1939 г. лечил в основном богатых людей, больных раком, но почти половина этих пациентов умерли в течение шести

⁸⁷ Welsome E. Указ. соч. P.29.

⁸⁸ Там же. P. 25–28.

⁸⁹ Важенин, А.В. Рыкованов, Г.Н. и др. Нейтронная терапия как способ преодоления радиорезистентности новообразований. Результаты работы и перспективы Уральского центра нейтронной терапии // X Российский онкологический конгресс: материалы конгрессов и конференций. Интернет-портал российского общества клинической онкологии RosOncoWeb.URL.:<https://rosoncoweb.ru/library/congress/ru/10/05.php>. (дата обращения: 11.06.2020).

⁹⁰ Welsome E. Указ соч. P.30.

месяцев, ужасно страдая от побочных эффектов радиации. У некоторых из них возникли неизлечимые некрозы кожных покровов, которые, в конце концов, приводили к раку кожи или сепсису, а впоследствии и к смерти. Другие умерли от недоедания, потому что образовались болезненные язвы во рту, вызывавшие дискомфорт при приеме пищи. Данные об этих неудачных инцидентах и именах богатых клиентов в истории «Лаборатории Рад» долгое время оставались засекреченными⁹¹. Единственной врачебной ошибкой, которую официально признала команда Р.С. Стоуна, стало использование в лечении пациентов стронция-89, по своим свойствам напоминающего кальций. В результате, больные, которым вводился этот изотоп с целью лечения онкологических заболеваний, получили от его инъекций неизлечимые опухоли костей в виде побочного эффекта.

Невролог Джозеф Гамильтон также начинал свою научную карьеру в лаборатории «Рад» Калифорнийского университета. Как и Эрнест Лоуренс, он часто публично заявлял о целебных свойствах радиоизотопов, особенно радиоактивного йода, который концентрировался в щитовидной железе. Для того, чтобы продемонстрировать эффективность лечения с использованием радиоактивных веществ Гамильтон проводил неоднократные опыты и на самом себе (См. Приложение б).

В 1942 г. Р.С. Стоуна и Дж. Гамильтона, уже имевших репутацию ведущих ученых и пропагандистов радиационной медицины, пригласили для работы над высокоприоритетным Манхэттенским проектом в Медицинский отдел «Лаборатории Мэт».

В 1930-е гг. советские ученые также пытались использовать радиоизотопы в медицине, однако их представления в этом отношении были не конкретны, аморфны, пессимистичны или оптимистичны, - в зависимости от взглядов и философии отдельных специалистов. В это время в отечественной медицине только начали использовать изотопы радия, тогда как американские ученые

⁹¹ Welsome E. Указ.соч.Р.35.

проводили физико-химические и медицинские исследования с широким спектром радиоактивных материалов: стронцием, радиоактивным йодом, нептунием, плутонием, ураном и другими радиоактивными элементами⁹².

Ввод в эксплуатацию в РИАНе в 1937 г. первого в Европе циклотрона открыл перед советскими учеными более широкие возможности по исследованию не только проблем ядерной физики, но и области радиационной медицины. Огромное значение для мировой науки имели также поступившие в начале 1939 г. сообщения из Германии об открытии О. Ханом и Ф. Штрассманом деления ядер урана, что, по сути, вело к практическому использованию ядерной энергии⁹³.

В Советском Союзе после этих событий произошла определенная активизация усилий со стороны физиков-ядерщиков, биофизиков, радиохимиков. В 1939 г. во Всесоюзном институте экспериментальной медицины имени Горького под руководством молодого тогда биофизика Г.М. Франка, ставшего потом первым директором Института биофизики Минздрава СССР, академиком, начались эксперименты на животных больных туберкулезом с применением изотопа фосфора-32. В результате исследований установили, что под воздействием этого изотопа у животных формировалось заболевание хрупкости костей, то есть остеопороз.

Важное значение для становления радиационной медицины в СССР имело создание в 1940 г. в Институте экспериментальной медицины, так называемой, Лаборатории радиоактивных индикаторов, где затем приступили к изучению влияния изотопов на обменные процессы в живых организмах, в том числе радиоактивного йода-131 на щитовидную железу.

Все эти факты свидетельствуют о том, что на рубеже 1930-1940-х гг. в Советском Союзе активизировались работы не только в области внутриатомной энергии, но и радиохимических и радиологических проблем, формируются и специализированные научные коллективы по изучению радиоактивности,

⁹² Атомный проект СССР: документы и материалы...Т.1.Ч.1.С.6.

⁹³ Гернек Ф. Пионеры атомного века. Великие исследователи: от Максвелла до Гейзенберга. М.,1974. С.105–106, 334–335.

создаются определенные заделы по радиационной медицине. Однако, начавшаяся в июне 1941 г. война и последовавшие затем тяжелые поражения в ее первые месяцы, остановили в СССР все исследования, связанные с освоением внутриатомной энергии.

В заключении отметим, что важнейшими предпосылками зарождения радиационной медицины стали поистине революционные научные открытия в области ядерной физики и химии на рубеже XIX-XX вв. Вместе с тем, после открытия рентгеновского излучения и радиоактивности перед учеными возникли и новые проблемы, обусловленные вредным воздействием радиации на здоровье людей, а с другой стороны – появились и новые возможности для их лечения.

Несмотря на предупреждения со стороны некоторых ученых (А. Беккерель и др.) о том, что радиация может представлять серьезную опасность для всего живого, в мире наблюдалось чрезмерное увлечение радием. Многие тогда, даже из числа крупных специалистов, рассматривали это химическое вещество, и в целом феномен радиоактивности, как чудодейственное средство, способное исцелить людей от самых опасных заболеваний.

Промышленное производство радия, а также продукции, изготовленной на его основе с последующей ее реализацией, особенно в США, получили широкое распространение. Американские частные корпорации и банки, преследуя в основном коммерческие цели, щедро субсидировали не только выпуск товаров, составной частью которых был радий, но и различные научные программы в области радиационной медицины.

В целом в 1930-е гг. в США значительно активизировались научно-исследовательские работы в области ядерной энергии и использовании радиоизотопов в лечебных целях. Огромное значение на повышение интереса ученых и многих американцев к проблемам радиации и ее опасных воздействий на человека оказал инцидент с «радиевыми девушками». В результате, на проблемы обеспечения безопасности в работе с радиоактивными веществами стали обращать самое серьезное внимание.

К началу 1940-х гг. США для создания радиационной медицины в будущей атомной промышленности располагали необходимой научно-технической базой, подготовленными кадрами специалистов, значительными компетенциями при обращении с радиоактивными материалами и их использованием.

Несколько иная ситуация с радиационной медициной, как известно, в этом отношении имела место в Советском Союзе. В стране, обескровленной войнами и революциями, с большим трудом восстановившей свой экономический потенциал, не находилось необходимых средств для финансирования многих научных исследований в предвоенный период. Формирование радиационной медицины делало только первые шаги, которые были прерваны нападением нацистской Германии на СССР.

1.2. Обеспечение медицинского контроля за состоянием здоровья персонала ядерных объектов в контексте реализации атомных проектов США и СССР

С началом Второй мировой войны резко возросла интенсивность исследований по использованию внутриатомной энергии в военных целях. Осенью 1939 г. началась работа над урановым проектом в нацистской Германии, и уже вскоре немецкие ученые знали, как надо делать ядерную бомбу. Однако, завязнув в войне с Советским Союзом, это им оказалось не под силу.

В августе 1942 г. США и Великобритания, объединив свои усилия, приступили к реализации атомного проекта, получившего кодовое название «Манхэттен». Конечной его целью было создание атомной бомбы в кратчайшие сроки. В связи с этим предстояло впервые выполнить огромный объем научно-исследовательских, проектно-конструкторских, производственных и технологических задач, обеспечить безопасные условия труда для персонала при работе с токсичными материалами. Решить все эти проблемы в условиях войны могли только США, обладавшие развитой наукой, мощной экономикой, неограниченными финансовыми и людскими ресурсами. Причем США, по сравнению с другими странами мира, втянутыми в войну, находились в исключительно благоприятных геополитических условиях.

Следует отметить, что Манхэттенский проект не был чисто американским, так как в нем принимали непосредственное участие Великобритания и Канада, ученые-эмигранты, бежавшие из Германии, Венгрии, Дании, Италии. Среди 12-ти лауреатов Нобелевской премии, участвовавших в этом проекте, более половины являлись иностранцами.

При создании атомного оружия в США, а позднее и в СССР, главное внимание уделялось строительству и вводу в строй предприятий, способных производить высокообогащенный уран и оружейный плутоний, то есть взрывчатку для атомных бомб.

В конце 1942 г. в штате Теннесси, расположенном в юго-восточной части США, началось сооружение, а всего через 9 месяцев состоялся и пуск

специального завода, где из урановой руды (природный уран-238) получали уже высокообогащенный уран-235. Для обслуживания этого предприятия возник секретный город Ок-Ридж с населением почти 80 тысяч человек, который огородили и тщательно охраняли. Атомная бомба, сброшенная на Хиросиму, была получена из урана-235 в Ок-Ридже.

В рамках Манхэттенского проекта в 1944 г. запустили в эксплуатацию и другое предприятие в г. Ричленд по производству оружейного плутония, ставшего известным как Хэнфордский ядерный комплекс, в штате Вашингтон, на северо-западе США. Первую атомную бомбу из плутония, наработанного в Хэнфорде, испытали 16 июля 1945 г. на полигоне в штате Невада, а третью – взорвали над городом Нагасаки (Япония).

Атомные бомбардировки японских городов, предпринятые США на исходе Второй мировой войны, в Кремле однозначно расценили как серьезную угрозу, с тем, чтобы лишить СССР результатов победы над фашизмом и как инструмент запугивания и шантажа. Все это способствовало тому, что по решению И.В. Сталина советскому атомному проекту придали размах общегосударственной программы № 1.

Страна, обескровленная войной, была вынуждена направить огромные материальные и финансовые средства на создание собственного ядерного оружия, атомной промышленности. 1 декабря 1945 г. и 9 апреля 1946 г. правительство СССР приняло постановления о строительстве на Урале первых атомных предприятий – комбината № 813 по производству обогащенного урана (сейчас это Уральский электрохимический комбинат г. Новоуральск, Свердловская область) и плутониевого комбината № 817 (сейчас это «Производственное объединение «Маяк» г. Озерск, Челябинская область)⁹⁴.

Первоначально руководители советского атомного проекта считали, что получить из природного урана обогащенный уран-235 для ядерной бомбы будет проще и быстрее, чем набирать плутоний в промышленном атомном реакторе.

⁹⁴Атомный проект СССР: документы и материалы...Т.2. Кн.1. С. 73.

Однако из-за целого ряда технологических трудностей и недоработок ввод в эксплуатацию комбината № 813 затягивался, поэтому все надежды на скорейшее получение делящихся материалов для атомного оружия советское руководство стало связывать с производством плутония на комбинате № 817, который и произвели здесь в конце 1948 года.

Как известно, в природе плутоний не существует, получить данное химическое вещество можно только искусственным путем, облучая в атомном реакторе в течение нескольких месяцев нейтронами природный уран-238. Затем необходима следующая опасная для здоровья людей технологическая операция, когда извлекают из реактора облученные урановые блочки, содержащие плутоний, и направляют на радиохимическое производство, где в результате сложных химических реакций происходит выделение плутония в виде жидкой суспензии. Цель производства этого химического вещества на последующей стадии состояла в том, чтобы получить плутоний в виде металла, который и являлся, в конечном итоге, взрывчаткой для атомных бомб.

Организация сложного и многоступенчатого технологического процесса получения оружейного плутония оказалась крайне трудной и опасной для здоровья производственного персонала и окружающей природной среды.

Проблема состояла еще и в том, что вплоть до начала 1949 г. в СССР отсутствовало не только промышленное производство плутония, но не имелось ясного понимания особенностей его воздействия на все живое как мощного источника радиации. Даже на момент принятия решения о строительстве опытно-экспериментального реактора в Лаборатории № 2 в Москве (декабрь 1945 г.) технология производства плутония, его физико-химические свойства были известны научному руководителю советского атомного проекта Игорю Васильевичу Курчатову лишь в самых общих чертах⁹⁵.

Что касается США, то американские ученые, как отмечалось нами выше, еще в 1930-е годы, накопили значительную научную базу данных о целом ряде радиоактивных веществ, в том числе о радии, йоде-131, уране и др.

⁹⁵ Атомный проект СССР: документы и материалы...Т.2. Кн.2. С.83,85.

В то время, когда в СССР в условиях войны исследования по ядерной тематике оказались фактически прекращенными, в лабораториях США, созданных на базе Чикагского университета и Медицинской школы в г. Рочестер, расположенных около Хэнфордского ядерного комплекса, велись интенсивные работы по изучению токсичного воздействия этих веществ на живые организмы.

Начиная с 1940 г. активные исследования велись в США и по изучению других химических элементов, в том числе плутония, которые также были строго засекречены и даже не имели своего названия. Работы в этом отношении возглавлял один из руководителей химического отдела Чикагской лаборатории профессор Гленн Сиборг. 20 августа 1942 г., получив небольшое количество плутония в циклотроне, он установил, что период полураспада этого элемента составляет более 24 тысяч лет, и что вредное его воздействие для всего живого является крайне опасным. Характеризуя плутоний, Г. Сиборг писал, что это «абсолютно сумасшедший металл, имеющий различные цветовые оттенки, в зависимости от его химического состава. Он мог быть зеленым, фиолетовым, желто-коричневым, красным или розовым. Его небольшие количества, попав в воздух, моментально воспламеняются, поэтому с плутонием следовало работать в вакуумном пространстве. При некоторых искусственно созданных условиях плутоний трансформировался. Он мог быть твердым и хрупким, как стекло, или же легкоплавким, как свинец»⁹⁶.

За открытие плутония Гленн Сиборг в 1951 г. был удостоен Нобелевской премии по химии. Как первооткрыватель, он участвовал также в синтезе десяти других химических элементов – америция, кюрия, берклия, фермия, менделеевия и пр. Г. Сиборг являлся первым в мире ученым, кто стал всесторонне и тщательно изучать опасности, исходящие от плутония-239 для производственного персонала атомных объектов и природной среды. Под его руководством сотрудники лаборатории Чикагского университета установили, что это новое искусственное химическое вещество при проглатывании или вдыхании, попадая во внутренние

⁹⁶ Seaborg Glenn T., Seaborg E. Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington. New York, 2001.P.102.

органы человека, своим альфа-излучением способно нанести серьезный вред его здоровью.

Благодаря исследованиям ученых, к началу реализации Манхэттенского проекта США располагали значительной научно-технической информацией также о нейтронном и гамма-излучении, негативном воздействии внутреннего и внешнего облучения, средствах и методах радиационного и медицинского контроля.

Характерным является тот факт, что руководство создаваемой атомной отрасли в США внимательно и ответственно относилось к рекомендациям исследователей относительно возникающих проблем с радиационной безопасностью, заблаговременно приняло ряд организационных мер по медицинскому обеспечению здоровья производственного персонала и жителей населенных пунктов.

Теперь, когда предстояло создавать атомные предприятия, и медицинские риски в перспективе могли возрасти многократно, требовалось подойти к решению проблем радиоактивности особенно тщательно и всесторонне. В связи с этим отметим, что американским специалистам в целом удалось успешно решить все эти непростые задачи, правильно оценить опасности для человека и природы, исходящие от радиации в процессе производства делящихся материалов.

В 1942 г., практически еще на стадии проектирования и сооружения первых ядерных объектов в Ок-Ридже и Ричленде, в рамках Манхэттенского проекта создали Медицинский отдел (Medical Department). В его состав входили три подразделения:

- 1) Медицинская секция, которая должна была осуществлять контроль за состоянием здоровья и условиями труда атомщиков;

- 2) Секция «Физика здоровья», ее основными задачами являлись разработка перспективных средств и методов защиты персонала от ионизирующего излучения, осуществление специальных научно-технических и организационных мероприятий по радиационной безопасности;

3) Секция биолого-радиационных исследований, в обязанности ее сотрудников входило изучение внешнего и внутреннего радиационного воздействия на живые организмы и их последствий⁹⁷.

Одну из ведущих ролей в деятельности Медицинского отдела (Medical Department) играла секция «Физика здоровья», которую возглавил известный ученый-физик Эрнест Воллан, работавший в Чикагском университете. Сам Э.Воллан стал первым ученым в США, имевшим уникальную специальность «физик здоровья». Во многом эффективность деятельности этого подразделения определялась тем, что его состав состоял не только из медиков, но и физиков, химиков, биофизиков и других специалистов, в основном людей творческих и инициативных.

В начале 1943 г. Э.Воллан и его команда, в которую входили известные ученые Герберт Паркер, Карл Морган, Карл Гамертсфельдер и Джим Харт, приступили к созданию программы радиационной безопасности. При её разработке они особое внимание уделяли созданию и использованию дозиметрических устройств, изучению поведения радионуклидов с тем, чтобы снизить риск облучения персонала плутониевого предприятия. Необходимо отметить, что каждый член команды «Физика здоровья» работал в определенной и близкой ему сфере деятельности.

Например, Г. М. Паркер, сотрудничая с Чикагской лабораторией, курировал запуск программы радиационной безопасности, разрабатывал новые приборы для обнаружения радиации и обучал сотрудников Манхэттенского проекта технике безопасности при работе с радиоактивными веществами⁹⁸. Огромное значение для сохранения здоровья атомщиков имел открытый и внедренный им метод по удалению плутония с кожи рук с помощью диоксида титана («титановых белил»). Кстати, в Советском Союзе не знали об этом и поэтому длительное время пользовались для смыва плутония неэффективными средствами.

⁹⁷ Смит Г. Д. Атомная энергия для военных целей: официальный отчет о разработке атомной бомбы под наблюдением правительства США. М., 2006. С. 145.

⁹⁸ Parker H.M. Health-Physics, Instrumentation, and radiation protection. Oak Ridge Tennessee: Atomic Energy Commission, 1947. P. 47.

В Ричленде научный сотрудник проекта К. Морган, будучи ответственным за радиационную безопасность атомщиков, разрабатывал различные методики и средства защиты производственного персонала от ионизирующего излучения, руководил экспериментами на людях с целью определения воздействия плутония на их организмы⁹⁹. Физик К. Гамертсфельдер, занимаясь вопросами радиационной безопасности, консультировал производственный персонал, контролировал работу уран-графитового реактора X-10 и обучал работников компании «Дюпон» на заводе Хэнфорд¹⁰⁰. Дж. Харт по образованию был химиком, успешно разрабатывал индивидуальные карманные дозиметры для рабочих атомных предприятий¹⁰¹.

Сотрудники секции «Физика здоровья» осуществили целый ряд и других эффективных мер по защите производственного персонала на атомных предприятиях, в числе которых наиболее значимыми оказались частая смена персонала за один рабочий день, с тем чтобы атомщики находились под воздействием излучения допустимое количество времени. Теперь, если они получали высокую дозу, то врачи оценивали ее тяжесть не по факту получения, а по длительности воздействия облучения. Причем медицинское наблюдение за таким пациентом должно было осуществляться на протяжении 30-ти лет, а то и целой жизни этого человека¹⁰².

Ранее мы уже отмечали, что к началу работ по Манхэттенскому проекту ученые США накопили солидный багаж знаний о многих видах ионизирующего излучения, о физико-химических свойствах радиоактивных веществ, развитии у человека различных форм радиационных заболеваний. После открытия плутония американцы в условиях строжайшей секретности продолжали активно заниматься

⁹⁹ Карл З. Морган. Физик здоровья, Ок-Ридж, Теннесси. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atomicheritage.org/profile/karl-z-morgan> (дата обращения: 24.02.2021).

¹⁰⁰ Карл С. Гамертсфельдер. Физик, физик-медик, Чикаго, Иллинойс. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atomicheritage.org/profile/carl-c-gamertsfelder> (дата обращения: 24.02.2021).

¹⁰¹ Джеймс С. Харт. Химик, Физик Здоровья, Ок-Ридж, Теннесси. [[Электронный ресурс]. URL: <https://www.atomicheritage.org/profile/james-c-hart> (дата обращения: 24.02.2021).

¹⁰² Parker H.M. Указ. соч. P.30.

изучением его физико-химических и токсикологических свойств, воздействия на человека¹⁰³.

При организации Медицинского отдела руководитель Манхэттенского проекта генерал Лесли Гровс и его главный врач полковник Стэффорд Уоррен исходили, прежде всего, из того, что основной задачей медицинских сотрудников должно было стать сохранение здоровья атомщиков, как одного из важных условий для успешной и стабильной деятельности ядерного производства. Архивные документы, сохранившиеся в США, свидетельствуют также о том, что в функциональные обязанности работников этого отдела входили не только контроль за обеспечением здоровья персонала атомных объектов, но и разработка различных программ и методик по вопросам радиационной безопасности, приборов и устройств, фиксирующих радиоактивное воздействие на человека и природную среду¹⁰⁴.

Одним из важных направлений в деятельности Медицинского отдела являлось осуществление набора высококвалифицированных врачей-исследователей, а также среднего медперсонала, уже имеющего опыт обращения с радиоактивными веществами. Как правило, это были вольнонаемные работники, принятые по контракту, которые могли уволиться в любой удобный для них момент.

Необходимо отметить, что при формировании системы медицинского обслуживания работников атомного производства руководители Манхэттенского проекта, особенно генерал Л. Гровс, изначально исходили из принципа – не создавать громоздких и излишних штабов или других руководящих органов на сей счет. Во многом все это определялось тем, что радиационная медицина в ядерной отрасли США складывалась не на пустом месте, а опиралась на значительный фундамент ранее накопленных знаний и опыта в данном отношении. При этом использовались имеющиеся возможности медицинских

¹⁰³ Сиборг Г. Искусственные трансурановые элементы. М., 1965. С.27.

¹⁰⁴ Hymer Friedell to Nichols. Essays and Lectures. February 14, 1945. P.51.

учреждений в черте будущих атомных городов, подготовленные кадры медиков – радиологов.

Что касается системы здравоохранения в атомной промышленности СССР, то она, как и в целом вся отрасль, создавалась в сложнейших условиях послевоенного времени при доминирующей роли централизованного руководства и отсутствии многих знаний о поведении радиоактивных веществ и ионизирующего излучения в производственных условиях. Советская разведка, добыв десятки тысяч страниц документов из Манхэттенского проекта, не ставила перед собой задачу, чтобы получить в свои руки результаты медицинских исследований, раскрывающих потенциальные опасности радиационного и биологического воздействия радиоактивных изотопов на организм человека¹⁰⁵.

Вместе с тем необходимо сказать, что к созданию системы медицинского контроля в отечественной ядерной отрасли приступили заранее, еще до ввода в действие ее первых промышленных объектов. И.В. Курчатов и многие другие руководители атомного проекта были обеспокоены тем, что работа с радиоактивными материалами может представлять серьезную опасность для человека и окружающей среды. В связи с этим они считали, что успешная деятельность медиков во многом будет определять судьбу атомного проекта в целом¹⁰⁶.

После образования 30 августа 1945 г. специального атомного ведомства Первого главного управления (ПГУ) при правительстве СССР в составе его Научно-технического совета была создана так называемая секция №5, которая практически сразу стала заниматься разработкой проблем медико-санитарного контроля в создаваемой атомной отрасли. Под руководством академика Василия Васильевича Парина уже в ноябре 1945 г. на заседании секции рассматривались последствия атомных бомбардировок для населения Японии, опубликованные данные по облучаемости персонала атомных объектов в США, а также результаты

¹⁰⁵ Атомный проект СССР: документы и материалы...Т.2. Кн.4. С.431.

¹⁰⁶ Атомный проект СССР: документы и материалы...Т.2. Кн.3. С.307–311.

медицинского воздействия на живые организмы в результате проводимых экспериментов¹⁰⁷.

Основным базовым научно-исследовательским центром для атомной отрасли стал, созданный в сентябре 1946 г., Институт биофизики Минздрава СССР, главной задачей которого являлось изучение воздействия радиационного излучения на человека и разработка методов применения радиоактивных изотопов в медицине. Первоначально возглавлял Институт биофизики известный ученый Глеб Михайлович Франк, затем его директором стал Андрей Владимирович Лебединский¹⁰⁸. Под эгидой этого института несколько позднее в атомной промышленности СССР образовались 6 филиалов, превратившиеся в самостоятельные научные центры на местах¹⁰⁹. Необходимость создания таких филиалов Института биофизики связана с разноплановой деятельностью производств в отечественной атомной отрасли, появлением на каждом из них новых специфических технологий, особенностей условий труда и получением новых знаний.

По сравнению с США, в период создания и деятельности первых объектов атомной отрасли в СССР фактически не имелось специалистов в области радиационной медицины, отсутствовали и научные школы данного профиля. Необходимые знания и практический опыт в этом отношении нарабатывались уже потом, в процессе совместной деятельности ядерщиков и медицинских работников.

Для форсированного ведения работ по обеспечению медико-радиационной безопасности в системе Первого главного управления (ПГУ) был образован специальный отдел медико-санитарной службы, который в 1947 г. передали в Минздрав СССР, а затем на его основе создали Третье Главное медицинское управление. На протяжении многих лет этим управлением успешно руководил

¹⁰⁷ Атомная отрасль России. М., 1998. С.223.

¹⁰⁸ Значимые люди российской биофизики // Атом-пресса, Сентябрь 1996. № 32.

¹⁰⁹ Булдаков Л.А. Медицинские последствия деятельности Минатома // Ядерная наука и техника России – 50 лет. Сб. докладов юбилейной научно-практической конференции, посвященный 50 – летию создания атомной отрасли. 29-30 авг. 1995 гг. М., 1996. 270 с.

генерал-лейтенант медицинской службы Аветик Игнатьевич Бурназян¹¹⁰. Во многом благодаря его инициативе, творческому подходу к делу в формируемой атомной отрасли создавались специальные медико-санитарные отделы, подчиненные Третьему Главному управлению Минздрава СССР, внедрялось обязательное медицинское обследование работающих на ядерных объектах и имеющих контакты с радиоактивными веществами, источниками излучения. На первом этапе формирования системы медицинского обслуживания и контроля за здоровьем атомщиков, который приходится примерно на 1945-1947 гг., закладывались ее организационные основы, отбирались необходимые кадры медиков, началась подготовка врачей-радиологов. В это время А.И. Бурназян особое внимание уделял организации медико-санитарного обеспечения на плутониевом комбинате в Челябинске-40, производственный коллектив которого первым в ядерной отрасли страны приступил к наработке расщепляющихся материалов для атомного оружия, а затем подвергся значительному воздействию радиационного излучения. Именно здесь, в мае 1947 г. во многом благодаря А.И. Бурназяну еще на строящемся предприятии и в будущем городе атомщиков был образован Медико-санитарный отдел № 71 (МСО-71)¹¹¹. Потом аналогичные специализированные службы создали и в других закрытых поселениях, которые действовали автономно и находились в прямом подчинении только Третьего Главного управления Минздрава СССР.

В отличие от Медицинского отдела, созданного в рамках Манхэттенского проекта, МСО-71 в Челябинске-40 первоначально выглядел весьма скромно как по своему кадровому составу, техническому оснащению, так и по тем задачам, которые предстояло решать. В сущности, это была обыкновенная медсанчасть, коллектив которой состоял из молодых специалистов-гематологов, врачей общей практики, весьма далеких от проблем радиационной медицины, радиологии и биофизики. Естественно, не планировалось здесь проводить в этом отношении каких-либо научных исследований и экспериментов. Руководители создаваемой

¹¹⁰ Атомный проект СССР: документы и материалы. Том 2. Кн. 3. С. 307

¹¹¹ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11. Оп.1. Д.5. Л.17-18.

атомной отрасли первоначально считали, что предстоит заниматься лечением больных, диагностикой и профилактикой, т.е., в основном, обычной медицинской работой. Никто даже и не предполагал, с чем им придется столкнуться завтра, какие сложные проблемы предстоит решать, чтобы спасти людей от губительного воздействия радиации.

Однако ввод в эксплуатацию химкомбината «Маяк», этого наукоемкого и высокотехнологичного производства, но вместе с тем крайне опасного для природной среды и всего живого, уже на начальном этапе его функционирования привел к серьезным медицинским издержкам, особенно для персонала ядерных объектов, а также населения, проживающего вблизи них. Перед медиками, наряду с традиционными видами лечебной помощи (хирургическая, терапевтическая, педиатрическая, акушерская, санитарно-гигиеническая), – встали новые виды службы (профилактика повреждений от радиационных воздействий, лечение лучевых поражений, нормирование всех видов ионизирующих излучений, терапия при инкорпорировании радиоизлучателей и многое другое). С этого времени медицина шла как бы рядом с атомным производством, стала его сопровождением¹¹².

Как свидетельствуют многие архивные материалы, воспоминания ветеранов-атомщиков, от успешной работы медиков, особенно в период пуска и освоения первых предприятий ядерной индустрии в США и Советского Союза, во многом зависела судьба атомных проектов в данных странах. К производственному персоналу, который непосредственно имел дело со взрывоопасными и крайне токсичными радиоактивными материалами, предъявлялись высокие требования не только в отношении их профессионализма, дисциплины, но и здоровья. По признанию самих медиков, их работа по отбору персонала, например, на основное производство химкомбината «Маяк», являлась первоочередной и наиболее существенной, отнимала немало сил и времени¹¹³.

¹¹² Гуськова А.К., Аклеев А.В., Кошурникова Н. А. Первые шаги в будущее вместе: атомная промышленность и медицина на Южном Урале. М., 2009. С.17–20.

¹¹³ Гуськова А.К. Медицина всегда была рядом // Создание первой советской атомной бомбы. М., 1995. С. 152.

Для обеспечения медицинского контроля за состоянием здоровья эксплуатационного персонала ядерных объектов США и СССР общим являлось проведение так называемых входных и периодических медицинских осмотров с целью оценки изменения состояния их здоровья. Еще в 1944 г. в США разработали программу медицинских осмотров для работающих на атомных предприятиях. Основой для этой программы стали результаты научных исследований, полученных двумя лабораториями в г. Рочестер и в г. Чикаго, которые в течение 1942-1944 гг. изучали токсикологические свойства урана и плутония. Благодаря этим исследованиям впервые удалось получить и накопить знания о вредном воздействии урана и плутония на различные органы человеческого организма.

Так, ученые в Рочестерской лаборатории, продолжая свои исследования, установили, что уран-235 оказывает вредное воздействие не только на красный костный мозг, но и на легкие, пищеварительную и мочевыделительную системы организма. Анализы крови испытуемых показали, что кроветворные органы чувствительны к радиации, а их функционирование легко нарушается под воздействием радиоактивности. Все стало еще более очевидным при подсчете и исследовании клеток периферической крови. Поэтому впоследствии у всех сотрудников как американских, а несколько позднее и советских атомных предприятий, занятых работой с радиоактивными материалами, стали часто брать анализы крови¹¹⁴. Такая процедура служила важным средством раннего предупреждения возможных заболеваний и опасностей, особенно в том случае, когда человек мог получить больше предельно-допустимой нормы облучения при работе с радиоактивными веществами. На химкомбинате «Маяк», где сложилась крайне тяжелая радиационная ситуация, вместо предусмотренного указаниями Министерства здравоохранения СССР одного анализа крови, в течение года приходилось их делать от 5 до 10¹¹⁵.

¹¹⁴ Stannard J. N. Radioactivity and health a history. California, San Diego, 1988. P.90–91.

¹¹⁵ Гуськова А.К. Медицина всегда была рядом // Создание первой советской ядерной бомбы. М., 1995. С.153.

В результате изучения различных радиоактивных и токсичных материалов, особенно, плутония, ученые Чикагской лаборатории установили, что его задержка в легких при вдыхании и заглатывании очень опасная для организма. Было также доказано, что этот продукт деления оседает преимущественно в скелете и покидает организм в основном с мочой и калом, что, как и уран-235, плутоний негативно воздействует и угнетает кроветворную функцию, вследствие чего снижается количество кровяных телец в крови человека. Рентгенологические исследования легких испытуемых показали вредное воздействие альфа-частиц из радиоактивной пыли плутония, попадающей с вдыхаемым воздухом и вызывающей значительное поражение легочной ткани. Ученые-медики Манхэттенского проекта разработали метод оценки присутствия радиоактивных веществ в организме по биосубстратам человека с помощью анализа мочи, суть которого состояла в том, чтобы вычислить точное соотношение выведенного с мочой радиоактивного вещества и осевшего в тканях организма. Этот метод ввели в медицинскую практику на атомных производствах в США, а потом и в СССР, с целью ранней оценки наличия токсичных веществ, попавших в организм работников предприятий, что позволило в дальнейшем избежать внутренних переоблучений, сохранить здоровье многим из них.

Исследования о наличии радиоактивных веществ в организме человека по биосубстратам проводились врачами-профпатологами и на химкомбинате «Маяк» с февраля 1950 г., спустя два года после пуска его объектов¹¹⁶ (См. табл. 1) .

Таблица 1.

**Результаты медицинских обследований работников радиохимического
завода в 1950-1951 гг.¹¹⁷**

¹¹⁶ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.15.Оп.1. Д.1. Л.31

¹¹⁷ ГФ НТД ФГУП ПО Маяк. Ф.1.Оп.1-нт. Д.70. Л.111.

№ п/п	Ф.И.О.	Дата обследования	Плутоний		Церий	
			Суммарное выделение с мочой и калом в рентген/мин	Предельные допустимые нормативы выделяемого количества вещества с мочой в рентген/мин <i>(превышение норматива в среднем в 1,3 раза)</i>	Суммарное выделение с мочой и калом в рентген/мин	Отношение выделенного количества к предельно допустимому (по установленн ым нормативам <i>(превышение норматива в количество раз)</i>
1	В.А.Ф.	25.12.1950.	1605	1206	185557	8,4
2	Г.В.И.	26.05.1951.	1000	750	30135	1,4
3	Г.Г.А.	25.03.1951.	440	330	22619	1,02
4	Е.Н.Я.	16.07.1951.	340	261	7125	0,3
5	К.В.Г.	18.10.1951.	390	300	80578	3,6
6	М.И.Д	25.04.1951.	1270	970	44309	2,0

Из данных таблицы следует, что уровень накопления плутония и церия в организмах работников завода оставался высоким, значительно превышающим установленные нормы. К сожалению, других сведений о проведении подобных исследований не сохранилось. Вероятно, обследования осуществлялись выборочно, эпизодически и охватывали небольшое количество работников и не играли, в конечном итоге, особой роли по контролю за здоровьем персонала, в отличие от США.

Что касается медицинских обследований будущих атомщиков, т.е. перед началом их деятельности на производстве, то здесь имелось также много общего в США и России. Об этом свидетельствуют следующие данные, например, больница в г. Ричленд вела обследования перед приемом на работу, а в Челябинске-40 аналогичную деятельность осуществляла городская поликлиника. При входном медицинском осмотре учитывалась предыдущая профессиональная деятельность вновь прибывших, проводились полный анализ крови, мочи, и рентгеноскопия.

Необходимо отметить, что более строгий и длительный по времени медицинский осмотр осуществлялся при отборе рабочей силы на плутониевом комбинате в Челябинске-40, который продолжался в течение нескольких дней. На работу здесь не допускались лица с повышенным артериальным давлением, с болезнями сердечно-сосудистой системы, туберкулезом, диабетом и т.д. Кроме того, определяющим фактором для работы на комбинате служило наличие нормального числа эритроцитов и лейкоцитов в крови. Поэтому на производство не брали тех, у кого имелась анемия или число лейкоцитов ниже 5000 на 1 мм³. Причем результаты анализов сопоставлялись с данными, полученными с прежнего места жительства или предыдущей деятельности. На каждого работника заводилась персональная медицинская карточка, где фиксировались сведения о функционировании всех важных органов и жизненных систем организма. После медицинского осмотра вопросы допуска претендентов к местам будущей работы решала специальная комиссия, не прошедших по состоянию здоровья направляли на другие предприятия¹¹⁸.

Важно иметь в виду, что в создании и эксплуатации первых советских атомных предприятий принимали участие две группы работников, далеко неравные по количеству и своему социальному статусу. Первая группа самая большая – это те, кто вообще не проходил медицинского контроля при отборе на работу. К ним относились военные строители, заключенные, солдаты внутренних войск, вольнонаемные строители и монтажники, которые, как изначально

¹¹⁸ Гуськова А.К. Медицина всегда была рядом // Создание первой советской атомной бомбы. М., 1995. С.153.

предполагалось, не должны были иметь дело и соприкасаться с радиоактивным излучением. До сих пор точных статистических данных об этой когорте людей не имеется, но можно с большой долей уверенности утверждать, что они насчитывали многие десятки тысяч человек. После строительства главных производственных объектов на химкомбинате «Маяк» в период с 1950 – 1960 гг. основная их масса уехала из г. Челябинск-40, но немало и оставалось здесь на протяжении еще длительного времени. Происходили изменения и в составе строителей, монтажников - меньше становилось заключенных, больше вольнонаемных. Однако, по-прежнему сохранялось главное – отсутствие полного медицинского контроля за тем, насколько они подвергались радиационному воздействию. Многие факты свидетельствуют о том, что нередко строительные рабочие, заключенные получали солидные дозы облучения.

Ангелина Константиновна Гуськова - крупнейший специалист в области радиационной медицины, работавшая врачом в МСО-71 в Челябинске-40 с 1949 по 1957 гг., вспоминала, как ей приходилось посещать бараки лагерей заключенных и консультировать местных медиков относительно лечения сложных больных, а также об излечении двух заболевших острой лучевой болезнью солдат, несших службу на химкомбинате «Маяк». Заслуживает внимания также сюжет, описанный А.К. Гуськовой, когда ей, вместе с другими врачами МСО-71, пришлось лечить в лагерном бараке 13 заключенных, подвергшихся переоблучению при прокладке траншеи около радиохимического завода. Причем у одного из них проявление острой лучевой болезни завершилось летальным исходом¹¹⁹.

Следует также иметь ввиду, что основная масса рабочих-строителей, монтажников, после сооружения производственных объектов, демобилизованные военнослужащие и освобожденные заключенные, вернувшись домой, ничего не знали о полученных ими дозах радиации. От чего болели и умирали эти люди, мы уже никогда и не узнаем.

¹¹⁹ Гуськова А.К. Медицина всегда была рядом... С.149–150.

Вторая, меньшая по численности группа состояла из профессионалов, которых набирали специально для работы на основных ядерных объектах, где им приходилось иметь дело с радиоактивными веществами, нередко находиться в полях ионизирующего излучения. По нашим примерным оценкам, в течение 1948-1991 гг. на химкобинате трудилось не менее 50 тысяч таких рабочих, инженерно-технических работников. Все они проходили многократные медицинские осмотры (входные и периодические), получали льготное санаторно-курортное лечение и высококалорийное спецпитание.

Профилактике и лечению профессиональных, да и общих заболеваний на предприятиях атомной промышленности с начала ее создания, всегда уделялось большое внимание. Во многом это объясняется не только заботой о здоровье персонала, а практическим подходом и суровой необходимостью.

Несмотря на то, что Спецкомитет, Первое Главное управление при правительстве СССР имели право отбирать нужных им рабочих и специалистов везде и отовсюду, не учитывая их желания, все-таки набрать нужных людей в послевоенный период было сложно - долго и дорого. Требовались немалые затраты, чтобы их обучить, доставить на Урал, провести все необходимые проверки и обследования, оформить документы и разрешения для работы на секретном предприятии. Поэтому для руководителей отечественного атомного проекта оказалось более приемлемым и выгодным проявлять заботу о здоровье и сохранении работоспособности имеющегося эксплуатационного персонала, чем постоянно набирать новых работников на место заболевших.

Как отмечалось нами ранее, в атомной промышленности США еще в 1944 г. приступили к реализации разработанной учеными программы медицинских осмотров. До этого времени в основном осуществлялся отбор рабочей силы по общим медицинским показателям. При найме на работу менеджеры компании «Дюпон» в основном опирались на ценности протестантизма, не принимали на работу цветных и нехристиан¹²⁰. Для обслуживания промышленных атомных

¹²⁰ Brown K. Plutopia: nuclear families, atomic cities, and the great soviet and American plutonium disasters. New York, 2013. P.45.

реакторов плутониевого комплекса Хэнфорд, где работа считалась одной из самых важных и опасных, отбирали преимущественно молодых мужчин с лучшими медицинскими характеристиками. При наборе операторов, лаборантов менеджеры компании предпочтение отдавали белым женщинам, во многом, потому, что в тот период времени женский труд в США стоил значительно дешевле, чем мужской. Также считалось, что белые женщины более внимательны, исполнительны и дисциплинированы по сравнению с мужчинами, что являлось крайне важным для такого опасного и высокотехнологичного производства. При найме обращали внимание на их сообразительность, умственное развитие, семейное положение. На производство брали полностью здоровых женщин в возрасте от 21 года до 40 лет¹²¹.

Коллективы американских атомных предприятий формировались на основе свободного найма работников, которые могли уволиться в любой момент, покинуть завод и город. В условиях рыночной экономики, капиталистических товарно-денежных отношений основными сдерживающими факторами от ухода их с предприятия являлись условия труда и заработная плата, жилищное, а также медицинское обеспечение. В тоже время, как известно, на первых советских атомных предприятиях действовал строжайший режим секретности, фактически существовала длительный период времени система прикрепления работников к конкретному предприятию, покинуть которое не представлялось возможным.

Во многом этими обстоятельствами определялось и обеспечение медицинского контроля за состоянием здоровья атомщиков на отечественных объектах. Если, к примеру, на химкомбинате «Маяк» периодические обследования персонала проводились непосредственно на ядерных объектах или в закрытом городе, то в США учреждениями здравоохранения, расположенными в близлежащих городах, причем нередко на основе заключенных договоров с медучреждениями. Так, работников комплекса по обогащению урана, расположенного в г. Ок-Ридже, медицинское обслуживание осуществляла Ассоциация здравоохранения, заключившая соответствующий договор с Отделом

¹²¹ Brown К. Указ. соч. Р.46–47.

здравоохранения Манхэттенского проекта, а плутониевого комплекса Хэнфорд - больница Кадлек в г. Ричленд.

С началом реализации Манхэттенского проекта на атомных предприятиях Ричленда и Ок-Риджа велось круглосуточное медицинское наблюдение за персоналом. С этой целью на их территории были созданы так называемые Медицинские станции, количество которых определялось наличием действующих производственных объектов, например, атомных реакторов или цехов. В задачи этих станций входили: оказание первой и неотложной медицинской помощи, проведение лабораторных исследований атомщиков по биосубстратам с целью определения изменений, происходящих в организме под воздействием радиации. Объем работы у сотрудников станций был довольно большой. Как правило, один врач обслуживал производственников двух цехов или участков. Кроме врачей, штат станций состоял в основном из медицинских сестер, которыми руководил инструктор, имеющий опыт работы по вопросам промышленной медицины.

Одним из важных направлений в деятельности Медицинских станций являлось проведение периодических осмотров, проверок состояния здоровья атомщиков (См.табл.2).

Таблица 2.

Динамика проведения медосмотров среди работающих на плутониевом комплексе Хэнфорд за 1943 - 1946 гг¹²².

Месяц, год	Количество осмотренных человек
Сентябрь, 1943	81
Январь, 1944	4 365
Июль, 1944	17 459
Январь, 1945	22 386
Июнь, 1945	25 375
Сентябрь, 1945	19 740
Октябрь, 1945	12 960
Март, 1946	8 539

¹²² Manhattan District History. Book.1. Volume 7: Medical program. Department of Energy (DOE). N.1.OF.4.Series.17. P.91-92.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в Хэнфорде наибольшее количество медицинских обследований приходится на 1945 г., когда на ядерных предприятиях США отработывалась технология атомного производства, наращивались его объемы. На пике своего развития в Хэнфорде, например, в 1945 г. действовало 9 атомных промышленных реакторов по наработке оружейного плутония. Из таблицы также видно, что далеко не все работающие на этом предприятии проходили медосмотры, если принять во внимание, что в тот период времени здесь производственный персонал Хэнфорда насчитывал около 60 тысяч человек¹²³. Медики обследовали, прежде всего, тех, кто был занят обслуживанием атомных реакторов, других наиболее важных ядерных объектов, представлявших радиационную опасность для здоровья персонала.

Следует также иметь в виду, что медицинские осмотры для работающих в Хэнфорде были платными. Поэтому многие не испытывали особого рвения без серьезного повода обращаться в больницу Кадлек, расположенную в г. Ричленд.

Сроки пребывания медицинского персонала, особенно врачей, в атомных городах США ограничивались. Например, в Ричленде для работы в больнице требовалось специальное разрешение, выдаваемое в Вашингтоне, на право осуществлять медицинскую деятельность сроком только на 180 дней, по окончании которого врач мог либо продлить контракт, либо покинуть город.

Аналогичные медицинские осмотры проводились не только в Ричленде, но и в Ок-Ридже (См.табл. 3).

Таблица 3.

**Количество и частота проведенных медицинских осмотров
производственного персонала на урановом заводе в г. Ок-Ридже¹²⁴.**

¹²³ DOE.N.1.OF.4.Series.17.P.8.

¹²⁴ Там же. P.81.

Место	Год	Месяц	Количество медосмотров в месяц	Количество осмотренных человек в день
Ок-Ридж	1944 г.	июль	1000	10-15
		сентябрь	2550	
	1945 г.	январь	6300	110-120
		март	11050	
		июнь	15 500	
		август	20400	80-85
		октябрь	11700	100
	1946 г.	февраль	9600	8-9
		июнь	10000	

Из приведенной таблицы видно, что наибольшее количество медицинских осмотров и частота их проведения приходится также на 1945 г., то есть на тот период времени, когда на предприятии в Ок-Ридже шла интенсивная работа, чтобы получить как можно быстрее обогащенный уран, начинку для первых атомных бомб. Вместе с тем, данные таблицы показывают, что обследования работников этого предприятия проводились нерегулярно, далеко не каждый месяц. Например, в 1944 г. медосмотры прошли дважды - в июле и сентябре, в 1945 г. – пять раз (январь, март, июнь, август, октябрь), а в 1946 г. – только в феврале и июне.

Подобное положение дел с медицинскими осмотрами персонала во многом объясняется тем, что производство ядерных материалов на заводах США шло довольно успешно, каких-либо серьезных нарушений техники безопасности, переоблучений работников не наблюдалось. (См. Приложение 7) Особой тревоги и озабоченности все эти проблемы не вызывали у руководителей предприятий и Медицинского отдела. На сей счет в книге Г.Д. Смита содержатся следующие строки: «Мероприятия по охране труда, применяемые во время сооружения и эксплуатации столь значительны, что число несчастных случаев с персоналом в

домашней обстановке и при автомобильных катастрофах было гораздо больше, чем при работе на производстве»¹²⁵.

Среди других причин неритмичности и даже срывов ряда сроков проведения медосмотров следует назвать текучесть медицинских кадров. Несмотря на то, что Ок-Ридж являлся закрытым городом, медперсонал, будучи вольнонаемным, мог свободно перемещаться за его пределы. Некоторые медики увольнялись, найдя более высокооплачиваемую работу. В то же время частные компании-подрядчики, с целью экономии, не всегда закладывали в сметы расходов финансовые средства на подготовку врачей, их обучение и переобучение, в связи со спецификой их деятельности.

По аналогии медицинским станциями, действовавшими в Хэнфорде, на химкомбинате «Маяк» были образованы врачебные здравпункты, которые успешно функционировали на протяжении ряда лет. По инициативе А.И. Бурназяна они создавались в целях обеспечения постоянного медицинского контроля за состоянием здоровья персонала, начинавшим свою трудовую деятельность в сложнейших производственных условиях освоения новой технологии и пуска ядерных объектов¹²⁶.

Характерно, что первый врачебный здравпункт начал свою работу 1 января 1948 г. еще на строящемся промышленном атомном реакторе. Несколько позже здравпункты были созданы на всех основных заводах химкомбината «Маяк». Оснащенные довольно хорошими по тому времени гематологическими лабораториями, современным оборудованием и реактивами, медики здравпунктов получили возможность следить за состоянием здоровья каждого работающего с регулярным его обследованием. По сути, лечащий врач оказался приближен к рабочему месту профессионала-атомщика, который, в свою очередь, теперь имел возможность обратиться к врачу – профпатологу по первому требованию.

В связи с этим А.К. Гуськова констатирует: « Вне графика, в любой день и час принимались на здравпункте работники, кассета которых набирала дозу,

¹²⁵ Смит Г. Д. Указ соч. С.175.

¹²⁶ Ларин В.И. Комбинат «Маяк» - проблема на века. М., 2001. С.196.

равную или большую 25 рентген. Именно среди этих интенсивно облучающихся людей, так называемых «сигналистов», возникли первые случаи хронической и даже подострой лучевой болезни»¹²⁷. Причем врачи химкомбината стремились как можно чаще проводить медосмотры и брать анализы крови, так как из-за воздействия радиации за короткий период времени могли наступить необратимые последствия для здоровья человека.

Важное значение для организации медицинского контроля за состоянием здоровья персонала атомных предприятий имели разработанные в августе 1948 г. Институтом биофизики «Общие санитарные нормы и правила по охране здоровья работников атомной промышленности». Впервые установили нормы внешнего облучения персонала в 0,1 рентгена за шестичасовую рабочую смену, т.е. 30 рентген в течение года. Ранее нами отмечалось, что эти показатели в США в 0,1 рентген за рабочий день ввели еще в 1936 году.

Через 5 лет, в июле 1952 г., в атомной промышленности СССР установили новые уровни допустимого облучения, в результате, нормативную дозу сократили в два раза, и она составила 0,05 рентгена за шестичасовой рабочий день, что соответствовало 15 рентгенам за год.

При выполнении особо опасных для здоровья работников экстренных и важных работ разрешалось получение дозы в 25 рентген за 15 минут. Предусматривалось, что после такого облучения необходимо проведение медицинского обследования работника с предоставлением ему отпуска, исключение дальнейшего контакта с радиоактивным излучением. Как потом оказалось, установленные санитарные нормы и правила не всегда выполнялись, игнорировались, причем нередко и сознательно в силу так называемой производственной необходимости. В результате, только с 1948 г. по 1958 г. у 17245 атомщиков химкомбината «Маяк» был превышен годовой уровень облучения в 25 бэр¹²⁸.

¹²⁷ Гуськова А.К. Медицина всегда была рядом... М., 1995. С.153.

¹²⁸ Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. М., 1995. С.105.

С вступлением в строй первых ядерных объектов химкомбината «Маяк» решение проблем радиационной медицины из научных лабораторий переносится непосредственно на производство, становится насущной практической задачей, от которой зависит не только здоровье и жизнь многих людей, но и судьба Атомного проекта в целом.

В организации медицинского обслуживания работников отечественной атомной отрасли фактически наступил новый, самый тяжелый период, который продолжался с 1948 по 1953 гг. Характерными его чертами являлось то, что в это время закладывались основы заводского здравоохранения, создавались непосредственно на производстве врачебные здравпункты, стали производиться массовые медицинские обследования атомщиков, совершенствовались методы и оценки медицинских и дозиметрических данных.

Накануне пуска промышленного атомного реактора в 1948 г. группа гематологов и врачей МСО-71 под руководством московского профессора А. П. Егорова провела первое медицинское обследование производственного персонала этого объекта, численностью около 500 человек. Через месяц после пуска реактора повторные обследования прошли еще более 100 атомщиков¹²⁹. По мнению специалистов, так была заложена традиция проведения повторных обследований производственного персонала, направленных на более раннее выявление заболеваний, возникающих вследствие воздействия радиации.

Первоначально полагали, что основной обслуживающий персонал химкомбината должен проходить медосмотр не реже одного раза в шесть месяцев. Однако, из-за чрезвычайно сложной радиационной ситуации, переоблучения атомщиков, пришлось существенно увеличить частоту медицинских осмотров. На основных заводах «Маяка» врачебные здравпункты работали круглосуточно. Здесь проводились медицинские осмотры, оказывалась неотложная помощь, выполнялись различные прививки и процедуры, велся прием амбулаторных больных.

¹²⁹ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1.Оп.5. Д.18. Л.175.

Разработанная крупным ученым-гематологом А.П. Егоровым методика выполнения анализов крови позволила обеспечить высокое качество их проведения. По его настоянию проверялось наличие и качество содержания реактивов, стекол и лекарств, санитарно-гигиеническое состояние самих здравпунктов.

Для работы в здравпунктах в качестве цеховых врачей направлялись выпускники ведущих медицинских вузов страны, а также узкие специалисты-гематологи, прошедшие трехгодичную клиническую ординатуру под руководством профессора А.П. Егорова.

В целом, сравнивая деятельность медицинских станций на атомных предприятиях США и врачебных здравпунктов на первых отечественных ядерных объектах, можно смело констатировать то, что медики здравпунктов выполняли значительно больший объем работы, так как им приходилось сталкиваться с более интенсивным радиационным воздействием на персонал, сложными случаями профессиональных заболеваний, чем их американским коллегам. В связи с этим частота медицинских осмотров на здравпунктах химкомбината «Маяк» была выше по сравнению с США. В какой-то мере об этом свидетельствуют данные, содержащиеся в таблице 4.

Таблица 4.

**Количество и частота периодических медицинских осмотров
работников комбината «Маяк»¹³⁰.**

№ п/п	Год	Наименование мероприятий	Объекты типа			Итого
			Реакторное производство	Радиохимическое производство	Химико- металлургическое производство	
1	1950	осмотрено чел.	1087	1140	849	3076
		количество медосмотров	3461	6413	3740	13614

¹³⁰ Таблица составлена на основе данных: ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1. Оп.1-нт. Д.70. Л.202–204.

		частота медосмотров	3,2 раза/год	5,6 раз/год	4,4 раза/год	4,4 раза/год
2	1951	осмотрено чел.	1918	1914	815	4647
		количество медосмотров	5513	9122	2819	17454
		частота медосмотров	2,9 раза/год	4,7 раза/год	3,5 раза/год	3,7 раз/год
3	1952	осмотрено чел.	1785	2020	1104	4909
		количество медосмотров	8421	10495	3315	22231
		частота медосмотров	4,5 раз/год	5,2 раза/год	3,0 раз/год	4,5 раз/год
4	1953	осмотрено чел.	2242	2344	1233	5819
		количество медосмотров	10248	11944	3652	25844
		частота медосмотров	4,6 раз/год	5,1 раз/год	3,0 раз/год	4,4 раза/год

Таким образом, только за четыре года (1950-1953 гг.) заводские медицинские пункты химкомбината провели более 79 тысяч осмотров, обследовали состояние здоровья 18445 атомщиков. Всего же за период с 1949 по 1954 гг. здравпункты этого ядерного комплекса осуществили 106563 медицинских осмотров¹³¹. Об интенсивной стороне деятельности медиков свидетельствуют данные и о частоте проведенных медицинских осмотров,

¹³¹ Толстиков В.С. Социально-экологические последствия развития ядерной отрасли на Урале (1945-1995). Челябинск, 1998. С.71.

которая на химкомбинате «Маяк» достигала 3,7 – 4,5 посещений каждым работником в течение года¹³².

Из данных таблицы 4 видно, что чаще всех периодическим медицинским осмотрам подвергался персонал радиохимического завода, где имели место крайне неблагоприятные производственные условия из-за высоких гамма-полей и загрязненности радионуклидами помещений, рабочих мест. Частота медицинских осмотров регулировалась в соответствии с получаемыми дозами облучения за одну рабочую смену¹³³. Что касается персонала, работавшего в особо опасных в радиационном отношении условиях, то осмотры в здравпунктах химкомбината проходили от четырех и даже до двенадцати и более раз в год.

В целом, положительно оценивая деятельность здравпунктов по обеспечению медицинского контроля за здоровьем производственного персонала, следует признать, что она носила в основном профилактическую направленность. При осмотрах определяли степень профессиональной заболеваемости в основном по результатам анализов крови или другим факторам, например, внешнего облучения или общего физического состояния пациента. Медикам здравпунктов, в силу имеющейся квалификации у многих из них, и тем более в производственных условиях, невозможно было определить, от каких видов излучения пострадал тот или иной человек. По сравнению с американскими медицинскими работниками, советским специалистам долгое время практически мало что было известно о внутреннем радиационном облучении, и тем более о влиянии на здоровье людей таких токсичных продуктов деления, как плутоний и уран, особенно при попадании их в организм человека.

Важным шагом в развитии отечественной радиационной медицины стало создание в 1950 г. в Челябинске-40 специализированного стационара, получившего название «Вторая терапия». При появлении первых профбольных медикам стало ясно, что обоснованные диагнозы, особенно заболевшим лучевой болезнью, можно поставить только при тщательном и глубоком стационарном

¹³² ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк».Ф.1.Оп.1-нт.Д.70.Л.205.

¹³³ Там же.Л.203.

обследовании. Здесь проходили обследование и лечились первые производственники химкомбината, получившие лучевые поражения. Коллектив стационара, возглавляемый опытным врачом-гематологом Григорием Давидовичем Байсоголовым, состоял из молодых и амбициозных специалистов, недавних выпускников медицинских вузов страны, среди них – терапевты В.Н. Дощенко, В.И. Маслюк, Е.А. Кирюшкин, невропатолог - А.К. Гуськова, дерматолог – Е.А. Еманова, биофизики – Ч.Н. Рысина, Ф.М. Лясс, биохимик – Р.Е. Либинзон. Такой состав специалистов разного профиля способствовал улучшению диагностики и лечения профбольных, проведению научных исследований. Несколько позднее, впервые наработанный ими опыт во Второй терапии, фактически составил фундамент отечественной радиационной медицины.

Однако, несмотря на постепенное улучшение дозиметрического и медицинского контроля за состоянием здоровья персонала химкомбината, защитить его от переоблучения довольно длительное время не удавалось. Происходило все это по многим причинам, среди которых назовем лишь некоторые из них: недостаточная надежность технологического оборудования, отсутствие знаний и недооценка опасности работы с радиоактивными веществами (плутоний, уран), невероятная спешка, а также использование в больших объемах ручного труда, особенно при ремонтных и профилактических работах¹³⁴.

Не способствовал улучшению медицинского обслуживания и чрезвычайно жесткий режим секретности, доведенный нередко до абсурда. Врачам здравпунктов в таких условиях весьма сложно было вести документацию, систематические наблюдения за пациентами, потому что только устно разрешалось фиксировать сведения о дозах облучения, условными терминами описывать радионуклиды, заболевания и т.д. Диагноз «лучевая болезнь» предписывалось подменять сокращенным названием АВС, т.е. астено-вегетативный синдром, смысл которого не всегда был понятен не только

¹³⁴ ОГАЧО.Ф.П-288. Оп.42. Д.67. Л. 154.

пациентам, но и врачам¹³⁵. Вплоть до 1952 г. врачи химкомбината «Маяк» не имели права посещать производственные цеха и участки, осматривать рабочие места, даже в тех случаях, когда в этом имела острая необходимость.

В то же время, в США ученые и специалисты, особенно из секции «Физика здоровья», совместно с медиками, непосредственно в условиях производства, добивались решения сложных и актуальных проблем по обеспечению контроля за здоровьем атомщиков.

В основном из-за секретности, созданные на химкомбинате «Маяк» еще в 1948 г., Отдел труда и техники безопасности, дозиметрическая служба (Служба Д), располагая большим количеством высококвалифицированных специалистов, действовали несколько обособленно, не контактируя с медицинскими службами и не делаясь с ними дозиметрической и другой информацией по радиационной безопасности. Все это в немалой степени привело к довольно сложной ситуации в отношении контроля и сохранения здоровья атомщиков на первом отечественном ядерном комплексе.

Критическим, в смысле переоблучения обслуживающего персонала химкомбината, стал уже 1949 г., когда 58 работников реакторного производства получили от 150 до 300 рентген при установленной норме 30 рентген в течение года. Встревоженная таким состоянием дел коллегия Первого главного управления (атомного ведомства) в своем решении от 22 марта 1950 г. отмечала, что на протяжении 1949 г. и двух месяцев 1950 г. более 83 процентов работающих на реакторе подверглись повышенному радиационному воздействию¹³⁶. После таких выводов руководство атомной отрасли больше внимания стало уделять улучшению условий труда на химкомбинате, сохранению здоровья атомщиков. С этой целью были выделены дополнительные средства на внедрение систем дистанционного управления некоторых технологических процессов, защиту

¹³⁵ Гуськова А.К., Аклев А.В., Кошурникова Н.А. Первые шаги в будущее вместе: атомная промышленность и медицина на Южном Урале. М., 2009. С.15.

¹³⁶ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1.Оп.9. Д.17.Л.21.

персонала от ионизирующего излучения. Только в 1953 г. на улучшение производственных условий ассигновали 36,7 миллионов рублей¹³⁷.

Если на реакторном производстве, начиная с 1952 г., радиационная обстановка постепенно стала улучшаться, то крайне сложная ситуация, приведшая к заболеваниям многих работников, сложилась на радиохимическом и химико-металлургическом заводах химкомбината, наиболее «грязных» с точки зрения экологии и опасных для здоровья людей. Директор «Маяка» Б.Г. Музруков в своем письме от 3 марта 1951 г., озаглавленном «О состоянии здоровья работников объекта «Б» (радиохимический завод), адресованном руководству отрасли, сообщал: «Только по данным дозиметрического контроля (не учитывая воздействия активных веществ, попадающих внутрь организма) в 1950 г. на объекте «Б» получили свыше годовой нормы (30 рентген) более 85 процентов всех работников, из которых 43 человека получили от 300 до 650 рентген. Из 1119 человек, подвергшихся в 1950 г. периодическим медицинским осмотрам, у 456 человек отмечены существенные изменения в состоянии здоровья, обусловленные воздействием профессиональной вредности, в том числе у 451 человека имеются выраженные изменения со стороны кроветворения, сочетающегося с незначительными изменениями со стороны нервной системы и жалобами на головную боль, общую слабость, понижение аппетита, раздражительность и т.д.»¹³⁸.

В письме также сообщалось, что весь руководящий состав этого завода имеет выраженные изменения в состоянии здоровья. Наряду с мерами по улучшению условий труда ставился вопрос перед Правительством страны и руководством отрасли о том, чтобы выводить с производства работников по медицинским показателям с листком временной нетрудоспособности сроком на 6 месяцев¹³⁹.

Сначала руководители ПГУ, для которых наработка плутония для ядерных бомб была важнее, чем здоровье людей, в просьбе Б.Г. Музрукову о выводе

¹³⁷ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1.Оп.10.Д.34.Л.16.

¹³⁸ Там же. Д.66.Л.19.

¹³⁹ Там же. Л.20.

переоблучившихся работников в «чистые условия» отказали, но в 1954 г., т.е. только через 3 года, вынуждены были согласиться¹⁴⁰. В положительном исходе этого решения важную роль сыграли медицинские работники МСО-71, которые буквально били тревогу, что прекращение контакта атомщиков с излучением на различные сроки (3,6,12 месяцев) является крайней необходимостью. По воспоминаниям А.К. Гуськовой, это решение сохранило жизнь тысячам людей и позволило снизить до минимума опасные последствия для их здоровья¹⁴¹.

Практика медицинского обслуживания персонала атомных предприятий сначала в США, а затем и в СССР, в исследуемый период, показывает, что успешное преодоление многих проблем в этом отношении определяется наличием созданной и функционирующей системы радиационной безопасности. Общим здесь является то, что работники дозиметрических служб, медики этих стран столкнулись с разными видами ионизирующих излучений на ядерных объектах. К примеру, на реакторном производстве наибольшее значение имело гамма-излучение, а на радиохимических и химико-металлургических заводах, кроме гамма-излучения, персонал подвергался еще и альфа-излучению. Этот вид радиации, в отличие от всех других, обладал наименьшей проникающей способностью, но вызывал тяжелые последствия при облучении живых организмов. Далеко не сразу отечественным ученым, в том числе медицинским специалистам, удалось определить вклад различных видов радиации на формирование доз облучения и характер последствий для здоровья атомщиков.

Согласно опубликованным данным, за период с 1948 по 1958 гг. у 2089 работников химкомбината «Маяк» диагностировали профессиональные лучевые заболевания, причем 6 тысяч человек получили суммарную дозовую нагрузку более 100 бэр, в том числе свыше 25 бэр в течение одного года. Диагноз хронической лучевой болезни (ХЛБ), получивших дозу облучения свыше 100-120 бэр, был установлен у 1421 человека, и острой лучевой болезни (ОЛБ) при

¹⁴⁰ Романов С.А., Кошурникова Н.А., Тельнов В.И. Медико-биологические аспекты радиационной безопасности персонала ПО «Маяк» // Охрана природы Южного Урала: областной экологический альманах. Челябинск. 2008. С.70.

¹⁴¹ Гуськова А.К. Разговор с молодыми учеными. // Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук. М., 2014. С.12.

облучении от 300 и свыше 1000 бэр, зафиксировали у 42 человек, из которых 35 вылечили¹⁴². Помимо этого, более 2 тысяч работников химико-металлургического производства (объект «В»), из-за наличия в цехах значительного количества аэрозолей, содержащих плутоний и попадания при их вдыхании в организм человека, страдали заболеваниями легких. Среди них диагностировали плутониевый пневмосклероз у 123 человек¹⁴³.

В ряде публикаций часто можно встретить рассуждения довольно известных отечественных ученых и специалистов о том, что в период реализации атомного проекта в СССР у них не имелось научных сведений о радиационном облучении и переоблучении работников ядерных объектов, каких-либо указаний и характеристик на сей счет¹⁴⁴.

Следует заметить, что подобную информацию можно было получить в тот период времени только из США, где впервые в промышленных масштабах началось производство ядерных материалов. Однако, за весь период реализации Манхэттенского проекта в американской атомной промышленности не наблюдалось каких-либо массовых переоблучений персонала, тем более хронических и острых лучевых заболеваний, пневмосклероза, радиационных ожогов и пр.

Данные, которыми мы располагаем, свидетельствуют о том, что за период выполнения работ по Манхэттенскому проекту только четыре человека получили облучение более 0,1 бэра за рабочий день. В среднем ежедневные облучения атомщиков в США были минимальными, составляли за смену всего 0,05 бэр¹⁴⁵. В Хэнфорде (аналог химкомбината «Маяк»), где производственные процессы проходили в автоматизированном режиме и в замкнутых циклах, исключавших какие-либо контакты персонала с радиоактивными материалами, в течение 1946 г.

¹⁴² ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1.Оп.1-нт.Д.70. Л.138.

¹⁴³ Там же.Л.132.

¹⁴⁴ Гуськова А.К., Аклеев А.В., Кошурникова Н.А. Указ.соч. С.24; Булдаков Л.А. Медицинские последствия деятельности Минатома // Ядерной науке и технике в России – 50 лет. Сб. докладов юбилейной научно-практической конференции, посвященной созданию атомной отрасли. М., 1996. С.270; Круглов А.К. Указ.соч. С.105–106.

¹⁴⁵ Parker H.M. Health-Physics, Instrumentation, and radiation protection. Oak Ridge Tennessee, 1947. P.36.

не переоблучился ни один работник¹⁴⁶. В атомной промышленности США не наблюдалось также ни одного случая попадания плутония и его аэрозолей во внутрь организма при вдыхании. Все это свидетельствует о том, что проблемы радиационной и медицинской безопасности на ядерных объектах США были решены успешно.

В современной России часто задают вопрос, а можно ли было избежать массовых лучевых заболеваний среди отечественных атомщиков, в том числе и со смертельным исходом. Специалисты ядерной отрасли, медики на сей счет отвечают, что безусловно можно, но для этого необходимо было осваивать новую, сложнейшую технику и технологию без той чудовищной спешки, которая имела место на первом атомном предприятии страны – химкомбинате «Маяк». Сейчас ясно, что не торопиться в то время было нельзя, так как угроза применения ядерного оружия для нашей страны имела вполне реальную. В результате его применения жертвы среди населения СССР оказались бы огромными.

Самым тяжелым периодом с точки зрения радиационной безопасности и организации медицинского контроля за здоровьем персонала стал период освоения и пуска первых атомных объектов химкомбината «Маяк» (1948 – 1953 гг.). Уже следующий этап, который продолжался примерно до конца 1950-х гг. характеризовался значительным снижением доз облучения эксплуатационного персонала благодаря улучшению условий труда, внедрению более совершенных дозиметрических приборов и эффективной работе медиков.

В этот период медицинские работники Челябинска-40, на основе значительного массива эмпирического материала, впервые изучили и охарактеризовали случаи острой лучевой болезни, получили данные о существенных возможностях восстановления человеческого организма после внешнего гамма-облучения. Вместе с тем возникало множество и других проблем, которые требовали более глубокого научного подхода, специальных знаний по изучению биофизических последствий радиации на человека, определению

¹⁴⁶ Parker H.M. Указ.соч. P.47.

количества попадающих в организмы людей радиоизотопов и степени риска атомных последствий от облучения и т.д. С этой целью в мае 1953 г. на базе специализированного стационара в Челябинске-40 было создано научно-исследовательское учреждение – Филиал института биофизики (ФИБ-1). Г.Д. Байсоголов, ранее возглавлявший коллектив врачей стационара, стал его первым директором¹⁴⁷.

После создания филиала начались более интенсивные медико-биологические исследования изменений, вызванных радиацией у работников химкомбината «Маяк», а также жителей близлежащих населенных пунктов. Появились и первые публикации научных сотрудников ФИБ-1. В 1971 г. была издана фундаментальная монография Г.Д. Байсоголова и А.К. Гуськовой, в которой были впервые обобщены результаты научных исследований предыдущих лет, а также лечения 2073 случаев лучевых заболеваний¹⁴⁸. Следует заметить, что на всех этапах деятельности ФИБ-1 спектр изучения научных проблем, обусловленных воздействием радиации на человека, существенно изменялся, становился всё более сложным.

К середине 1960-х гг. химкомбинат по уровню обеспечения радиационной защиты атомщиков вышел на международные нормативы. Специалисты дозиметрического и медико-биологического контроля в своих публикациях отмечают, что среди сотрудников химкомбината, поступивших на работу после 1958-1959 гг., не зафиксировано ни одного случая хронической лучевой болезни. Во многом это стало возможным благодаря разработанному специалистами МСО-71 целому ряду профилактических мероприятий по сохранению и восстановлению здоровья персонала. Важное значение в этом отношении придавалось комплексному лечению атомщиков, особенно санаторно-курортному лечению. По предложению медиков пострадавшим от радиации, особенно от пневмосклероза, бесплатно предоставлялись путевки в санатории Крыма и Кавказа. Руководство и профсоюз отрасли не жалели средств на оздоровление

¹⁴⁷ ГФ НТД ФГУП ПО «МАЯК».Ф.16. Оп.1. Д.19-Б.Л.11.

¹⁴⁸ Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. М., 1971.

своих работников, создав и в других частях страны целый ряд аналогичных здравниц.

Несмотря на крайне неблагоприятные производственные условия, которые существовали в первые годы освоения нового производства, а также чрезмерный режим секретности, отсутствие знаний и опыта о клинических эффектах действия ионизирующего излучения, медицинские работники со своими задачами в целом справились успешно. Медики помогли избежать возможных, более значительных человеческих потерь, сохранить здоровье многим атомщикам. Из 42 работников химкомбината, получивших дозы радиации от 300 бэр и более удалось вылечить 35. Умерло 7 облученных в дозах свыше 1000 бэр. Пока в мировой практике отсутствуют примеры, чтобы излечивали при таких дозах облучения¹⁴⁹.

Трудный и во многом тяжелый опыт коллектива химкомбината, в том числе и его медицинской службы, был учтен при вводе в эксплуатацию в 1950-е гг. сибирских плутониевых комплексов в Томске-7 (ныне г. Северск), Красноярске - 26 (ныне г. Железногорск) и др., где радиационная ситуация не представляла опасности для персонала, не наблюдалось его переоблучения.

Подводя итоги этой главы, следует подчеркнуть, что до начала реализации атомного проекта в США американские ученые и специалисты накопили большой объем знаний о физико-химических свойствах многих радиоактивных веществ (радий, плутоний, уран и др.), об их воздействии на живые организмы и методах лечения людей, пораженных радиацией. Руководители Манхэттенского проекта учитывали рекомендации ученых по обращению с радиоактивными материалами, уделяли большое внимание безопасной работе производственного персонала, создали эффективную систему медицинского контроля за здоровьем работников ядерных предприятий.

В отличие от США, где не имелось массовых лучевых заболеваний среди атомщиков, в Советском Союзе большинство участников основного производства в период освоения первых ядерных объектов подверглись переоблучению, познали на собственном здоровье опасности воздействия ионизирующего

¹⁴⁹ Новоселов В.Н., Толстиков В.С. Атомный след на Урале. Челябинск, 1997. С. 158.

излучения. Во многом этому способствовали ошибки, допущенные при проектировании и монтаже оборудования, отсутствие знаний, недооценка радиации, а также невероятная спешка в условиях гонки ядерных вооружений и чрезмерной секретности. Совершенствование многих технологических процессов, разработка необходимых подходов и мероприятий в области радиационной медицины в СССР проходили уже в условиях действующего производства, которое, по сути, являлось опытно-экспериментальным.

Только через 10-12 лет, после пуска в эксплуатацию первого атомного промышленного реактора в 1948 г., ценой огромных усилий, в результате постоянного творческого поиска ученых, специалистов, инженерно-технических работников и рабочих удалось усовершенствовать производственно-технологические процессы, сделав их менее опасными, стабилизировать радиационную ситуацию.

Вместе с атомщиками, которые осваивали и совершенствовали новое, крайне вредное для здоровья людей производство, трудный путь изучения и познания новых заболеваний, вызванных ионизирующим излучением, прошли медицинские работники.

Характерно, что как в США, а затем и в СССР, формы и методы деятельности медиков по контролю за здоровьем персонала оказались во многом идентичными по своим задачам и функциям. Если на первых плутониевых объектах США были созданы и функционировали медицинские отделы и станции, то в СССР соответственно медико-санитарные отделы и врачебные здравпункты. При этом, важное значение уделялось проведению профилактических медицинских осмотров производственников, ставших одной из эффективных форм медицинского контроля за состоянием их здоровья.

Благодаря усилиям отечественных медиков были спасены жизни и восстановлено здоровье значительного числа работников атомной промышленности, пострадавших от радиации. Фактически также как и в США, в атомной отрасли СССР за довольно короткое время ценой невероятных усилий со стороны ученых и врачей была создана эффективная система контроля за

здоровьем и лечением производственного персонала и населения закрытых городов, которая по праву стала одной из лучших в мире.

ГЛАВА 2. ЯДЕРНЫЕ АВАРИИ В США И СССР И ДАЛЬНЕЙШАЯ ЭВОЛЮЦИЯ РАДИАЦИОННОЙ МЕДИЦИНЫ

2.1. Техногенное воздействие предприятий ядерного комплекса США и СССР на население и природную среду

Общеизвестно, что практически все предприятия промышленности и транспорта в процессе своей деятельности оказывают в той или иной мере техногенное (антропогенное) воздействие на окружающую природную среду и здоровье человека. В этом отношении атомное производство, которое имеет дело с радиоактивными материалами, крайне токсичными и вредными веществами для всего живого, занимают особое место. Их техногенное воздействие, как правило, носит комплексный, многофакторный характер, в результате, - загрязнению радионуклидами подвергаются фактически все среды обитания живых организмов (наземно-воздушная, почвенная, водная и внутриорганизменная).

Во время реализации атомных проектов в США и СССР особенно тяжелую техногенную нагрузку пришлось выдержать рекам, озерам и водохранилищам, входившим в водную систему американских и советских ядерных объектов. Пресную воду, которая играла одну из определяющих ролей в их функционировании, в огромных количествах использовали для охлаждения атомных промышленных реакторов, разбавления жидких радиоактивных отходов, удаления и смыва различных химических веществ, санитарно-гигиенической обработки рабочих мест и производственных помещений.

После пуска и начала эксплуатации плутониевого комплекса «Хэнфорд» атомные промышленные реакторы охлаждали водой из реки Колумбия, которая протекала вблизи этого предприятия. Так как реактор, подобно котлу на огне, нагревался до очень высокой температуры, требовалось его постоянно охлаждать огромным количеством пресной воды. Пройдя через реактор, она выдерживалась несколько часов в особых резервуарах, а затем сбрасывалась снова в реку. Если загрязнение воды радиоактивными веществами было большим, то до сброса её направляли по специальному каналу длиной до трех километров. Этот метод

охлаждения реактора на практике оказался прост, считался физиками-ядерщиками надежным и безопасным для окружающей среды.

Однако, примерно через год после пуска первого реактора Хэнфорда, специалисты секции «Физика здоровья» обнаружили серьезное радиоактивное загрязнение Колумбии, а также обитающих в ней ценных лососевых рыб, ракообразных, моллюсков, которые инкорпорировали в своих организмах радиоизотопы фосфора (P-32), цинка (Zn-65), хрома (Cr-51), нептуния (Np-239), мышьяка (As-76) и других. Хэнфордским ученым и специалистам, наблюдавшим за увеличением концентрации радиоактивных веществ в воде и среди ее обитателей, эта ситуация представлялась катастрофической. Несколько позднее биофизик Г. Паркер вспоминал: «Иногда казалось, что сама река Колумбия восстала, чтобы сразиться с нами»¹⁵⁰.

Кризисность сложившейся ситуации заключалась в том, что река Колумбия являлась основным источником питьевой воды, водоснабжения населения в обширном районе, где проживало в то время более 400 тысяч человек¹⁵¹. Исследования, проведенные до осени 1949 г. в районе расположения ядерного комплекса в г. Ричленд, показали, что вода, корма для животных содержали радиоактивные вещества, а молоко – йод -131. По пищевым цепочкам радиоактивность попадала затем к людям. Для того, чтобы не возникло паники среди населения, работники здравоохранения Ричленда объясняли жителям, что молоко, якобы, содержит много трудноусвояемого для организма жира, либо получено от коров, больных туберкулезом. В свою очередь, представители компании «Дженерал Электрик» предупреждали людей не употреблять «некачественное молоко» и воду из сельских прибрежных районов, что им взамен поставят высококачественную пастеризованную молочную продукцию¹⁵².

¹⁵⁰ DOE: PNWD-2222, HEDR, May 1994. P. B.3.URL:

<https://web.archive.org/web/20100812054326/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/history/release.html#Green#Green> (дата обращения: 15.01.2023).

¹⁵¹ Gerber, Michele Stenehjem On the Home Front The Cold War Legacy of the Hanford Nuclear Site. University of Nebraska Press, 1992. P.33.

¹⁵² DOE: EH-0455.A.1.box.4-6-89. P.2-4.URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/roadmap/part2.html#Hanford1> (дата обращения: 15.01.2023).

Техногенному радиоактивному воздействию подверглась не только река Колумбия, но и обширная территория к северо-западу от г. Ричленда, богатая охотничьими угодьями, а также пойма между горными хребтами и устьем реки Якима, правого притока Колумбии, считавшаяся одним из ареалов обитания водоплавающих птиц. В начале охотничьего сезона 1949 г. все эти территории власти закрыли для охоты и рыбалки под различными надуманными предложениями¹⁵³.

Загрязнение радиоактивными веществами бассейна реки Колумбия происходили в период «ядерной лихорадки», не только в результате деятельности Хэнфорда, но и проведения различных экспериментов. К примеру, по инициативе и при финансировании Министерства обороны США, в декабре 1949 г. началась реализация секретной программы под кодовым названием «Green Run» (Зеленый запуск). Одной из причин её разработки стало то, что еще весной-летом 1949 г. американские датчики систем атмосферного мониторинга зафиксировали на северо-западе Тихоокеанского побережья и Аляски повышенный радиоактивный фон. Специалисты определили, что плутониевый комплекс Хэнфорда, который располагался на противоположной стороне Соединенных Штатов, не мог быть источником этого радиационного загрязнения. К тому же и воздушные потоки шли тогда в другом направлении. Американская разведка вскоре пришла к выводу, что в Советском Союзе, на Урале функционирует ядерное производство, и радиация пришла оттуда.

После испытания первой советской атомной бомбы 29 августа 1949 г., когда многие в США пережили настоящий шок, специалисты посчитали, что успех Советов в быстром получении атомной бомбы связан, прежде всего, с использованием короткоохлажденного ядерного топлива. Вместо охлаждения в воде извлеченных из реактора урановых блоков в течение нескольких месяцев, русские, мол, выдерживали их не более 20 суток для ускорения процесса изготовления ядерного оружия.

¹⁵³ Gerber M.S. Указ. соч. P. 110.

Чтобы проверить свои предположения американцы решили охлаждать облученные в реакторе блоки в течение всего 16 суток. Помимо установления сроков выдержки урановых блоков до безопасных значений, разведка США в ходе этого эксперимента стремилась получить предварительные оценки относительно технологии и мощностей атомного производства в СССР, использования конкретных ядерных материалов. В 1986 г. один из руководителей Хэнфорда Майкл Лоуренс сообщил, что целью «Green Run» были разведывательные усилия по разработке методологии мониторинга в отношении формирующийся советской ядерной программы¹⁵⁴.

В ходе этого эксперимента в Колумбию сбросили около 12000 кюри радиоактивного раствора, окрасившего его воды в ярко-зеленый цвет. Над рекой поднялось радиоактивное облако, которое разнесло осадки на расстояние до 200 километров от места испытания. Уровень радиоактивности на близлежащих территориях повысился, превысив нормативные показатели в несколько раз¹⁵⁵. После проведения «Green Run» стало очевидным, что за столь короткий период выдержки облученных блоков в воде многие радионуклиды, даже короткоживущие, не могут распасться, остаются крайне токсичными для окружающей природной среды и человека.

Во многом благодаря быстрому и полноводному течению Колумбии удалось избежать непоправимых последствий от проведения подобного эксперимента для здоровья населения.

Самое непосредственное участие при проведении «Green Run» принимали сотрудники «Medical Department», в частности, физики-здоровья. Особый интерес они проявляли к распространению и влиянию на живые организмы йода-131 и фосфора-32. В итоге, они установили, что эти радионуклиды могут оказывать

¹⁵⁴ DOE: PNWD-2222, HEDR, May 1994. P. B.3. URL: <https://web.archive.org/web/20100812054326/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/history/release.html#Green> (дата обращения: 15.01.2023).

¹⁵⁵ Gerber M. S. Указ. соч. P.91.

мощное воздействие на человека, так как фосфор-32 концентрируется в костях, а йод-131 – в щитовидной железе¹⁵⁶.

Во второй половине 1940-х гг. в атомной отрасли США, благодаря усилиям ученых и специалистов, разрабатывались и успешно внедрялись более безопасные технологии, сокращались сбросы жидких радиоактивных отходов в водоемы, осваивались новые прогрессивные медико-биологические методики и способы лечения больных, пострадавших от радиации. Начиная с середины 1940-х гг. в Колумбию сбрасывали только среднеактивные отходы, причем в меньших объемах, чем раньше. За 27 лет, с 1944 по 1971 гг., уровень радиации в реке и на её побережье снизился настолько, что не превышал физических показателей радоновых ванн или солнечного излучения, т.е. фактически стал безопасным для населения.

По оценкам специалистов, принявших участие в Хэнфордском проекте реконструкции доз в окружающей среде (HEDR), в основном пять радиоактивных веществ составили большую часть радиации, полученной экосистемой Колумбии. В числе их такие техногенные радионуклиды, как цинк-65, мышьяк – 76, фосфор-32, натрий-24 и нептуний-239. На них приходилось 94% всей потенциальной дозы радиации, исходящей от русла реки¹⁵⁷.

В таблице 5 показано, что помимо этих основных радионуклидов сбрасывались и многие другие.

Таблица 5.

Радиоактивные вещества, сброшенные в реку Колумбия комплексом Хэнфорд, в течении 1944-1971 гг¹⁵⁸.

¹⁵⁶ DOE: PNWD-2222, HEDR, May 1994. P. B.7. URL: <https://web.archive.org/web/20100812054326/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/history/release.html#Columbia> (дата обращения: 15.01.2023)

¹⁵⁷ Там же.

¹⁵⁸ Там же. <https://web.archive.org/web/20100812054326/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/history/release.html#Columbia> (дата обращения: 15.01.2023)

Радионуклид	Количество сброшенных кюри радиоактивности	Период полураспада
Натрий-24	13 000 000	15 часов
Фосфор-32	230 000	14 дней
Скандий-46	120 000	84 дня
Хром-51	7 200 000	28 дней
Цинк-65	490 000	245 дней
Галлий-72	3 700 000	14 часов
Мышьяк-76	2,500,00	26 часов
Иттрий-90	450 000	64 часов
Йод-131	48 000	8 дней
Нептуний-239	6 300 000	2,4 дня

Данные этой таблицы свидетельствуют о том, что среди сбросов в Колумбию с Хэнфорда присутствовали только короткоживущие радионуклиды, период полураспада которых составлял несколько часов или дней. Мощная река Колумбия, несущая свои воды прямо в Тихий океан, с такой радиоактивной нагрузкой, в основном, успешно справлялась.

На Хэнфордской площадке существенную роль в изучении последствий техногенного воздействия на человека и природу, по-прежнему, играла команда ученых во главе с физиком здоровья Гербертом Паркером.

В конце 1940-х гг., изучая эффекты поглощения живыми организмами частиц плутония и радиоизотопов трития, которые являлись наиболее распространенными в ареале функционирования Хэнфорда, физики-здоровья пришли к выводу о крайней вредности техногенного воздействия этих радиоактивных продуктов на все живое.

Результаты своих научных изысканий Г. Паркер умел быстро применять в конкретной практической деятельности. Особенно значимым стало его открытие об использовании бактерий для очистки сточных вод от накопившейся радиации. Впервые он установил, что бактерии способны поглощать радионуклиды. Эти микроорганизмы затем активно использовались для очистки жидких

радиоактивных стоков с реакторов в Колумбию, а также почвенного покрова и промышленной территории плутониевого комплекса Хэнфорд¹⁵⁹.

В Советском Союзе для охлаждения ядерных промышленных реакторов был разработан во многом сходный с США проект. Но одно из существенных отличий состояло в том, что рядом с химкомбинатом «Маяк» не было крупных рек. Поэтому в качестве охладителя решили использовать озеро Кызылташ, расположенное всего в полутора километрах от реактора. Сбросы горячей воды, температура которой достигала свыше 50 градусов по Цельсию, загрязненной радионуклидами и химическими веществами, привели к резкому увеличению техногенной нагрузки на водоем, изменению гидрологического режима в его экосистемы в целом.

Проведенные исследования еще в начале 1950-х гг. показали, что изменился не только температурный режим этого озера, но увеличилось испарение с его водной поверхности, произошло накопление и концентрация радиоактивности. Анализы также показали, что наряду с короткоживущими веществами (90%) в озеро поступили и опасные для здоровья людей и природы стронций-90 и цезий-137. За все годы техногенного использования водоема в него поступило более 1 000 000 кюри радиоактивности¹⁶⁰.

После ввода в эксплуатацию основных ядерных промышленных объектов в США, а затем и в СССР, возникла проблема обращения с радиоактивными отходами (РАО), крайне токсичных для живой природы. Технология производства плутония, особенно в начальный его период, была такова, что на каждом из его этапов образовывалось огромное количество жидких радиоактивных отходов (ЖРО). Например, для радиохимической переработки всего одной тонны урановых блоков, поступавших с промышленного реактора химкомбината «Маяк», требовалось израсходовать 56 тонн технической воды для охлаждения, 50 тонн горячей воды и пара, и еще 11,6 тонн азотной кислоты¹⁶¹. Необходимо отметить, что в начале 1960-х гг., благодаря замене ранее

¹⁵⁹ Welsome E. Указ.соч. P.27.

¹⁶⁰ Новоселов В.Н., Толстиков В.С. Атомный след на Урале. Челябинск, С.28–29.

¹⁶¹ Полухин Г.А. Атомный первенец России. ПО «Маяк». Исторические очерки. Часть 1. Озерск, 1998. С.130.

применявшейся осадительной ацетатной технологии на экстракционную, объем ЖРО уменьшился в шесть раз. Так как РАО обладали радиоактивностью, их следовало изолировать от биосферы, надежно хранить или обезвредить до безопасного уровня.

В целом подходы к хранению ЖРО в США и СССР, потом и в других ядерных странах, во многом оказались идентичными по форме, а по содержанию и конечным результатам порой существенно различались.

Американцы, например, высокоактивные жидкие отходы с большой концентрацией радионуклидов и, в основном, долгоживущие, размещали в подземных свинцово-бетонных резервуарах без предварительной очистки, или же сливали их в выкопанные в земле траншеи, закачивали в скважины или полости на территории Хэнфорда. Почва в этом районе отличалась своей безводностью. По данным Министерства энергетики США на начало 1990-х гг. около 60 млн. галлонов (примерно 227 128 м³) высокорadioактивных отходов с Хэнфорда хранились в 177 объемных подземных резервуарах и скважинах, которые содержали около 205 млн. кюри радиоактивности. К этому времени более 100 тысяч м³ ЖРО, содержащих более 100 000 кюри радиоактивности, просочились в почву¹⁶².

Все попытки, предпринятые на первоначальном этапе реализации атомных проектов в США и СССР - найти эффективные способы обезвреживания высокоактивных жидких растворов, - не привели к положительным результатам. Ведущие отечественные ученые и специалисты в области радиохимической технологии сначала считали, что отходы с высоким уровнем радиации будут размещаться на химкомбинате в специально построенных хранилищах – резервуарах, изолированных от окружающей среды.

По аналогии с американцами проводились также исследования и по глубинному захоронению ЖРО. Однако, эта работа не была внедрена, так как геологи не нашли в районе «Маяка» полостей, исключаящих контакт с

¹⁶² Wodrich Report. Historical Perspective of Radioactively Contaminated Liquid and Solid Wastes Discharged or Buried in the Ground at Hanford. August, 1992. P. 2–3.

подземными водами. Уровень грунтовых вод здесь находился неглубоко от поверхности земли, на глубине от 1 до 6 метров¹⁶³.

Построенные специальные хранилища для высокоактивных отходов, рассчитанные на 15 тысяч кубометров, очень быстро заполнили. Теперь следовало выбирать, либо продолжать наработку плутония и сбрасывать жидкие отходы в естественные водоемы, либо останавливать ядерное производство. Разумеется, что в тех условиях, когда требовалось, в первую очередь, создать атомную бомбу, и было принято решение о сбросе ЖРО с химкомбината в небольшую реку Теча, протяженностью всего в 240 километров. Эта река проходит по территории Челябинской и Курганской областей, является притоком реки Исеть, впадающей в Тобол приток Иртыша, в свою очередь, впадающего в Обь, который несет свои воды в Северный Ледовитый океан¹⁶⁴.

В отличие от многоводной и быстрой с каменистым дном Колумбии, уральская Теча - это всего лишь небольшая речка с медленным течением и илистым дном, глубина её составляет от 0,5 до 2 метров, а ширина около 30 метров.

Первые кубометры радиоактивных отходов в Течу с химкомбината поступили в начале 1949 года. Всего с 1949 по 1956 гг. в эту реку сбросили, по ориентировочным подсчетам, 2,78 млн. кюри бета-активности. Причем из них почти 98% сбросов приходится на период с марта 1950 г. по ноябрь 1954 года. В этот наиболее интенсивный период деятельности атомного комплекса в Течу, наряду с предусмотренными, так называемыми, регламентными техническими сбросами, производились и «дикие» сбросы, вызванные многочисленными аварийными ситуациями на производстве. При таких непредусмотренных сбросах суммарная радиоактивность достигала нередко 100 000 кюри в сутки¹⁶⁵.

¹⁶³ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11. Оп.13. Д.1. Л. 112.

¹⁶⁴ Мокров Ю.Г. Прогноз переноса стронция-90 с водами р. Теча// Вопросы радиационной безопасности. 1996. №1. С. 20–22.

¹⁶⁵ Мокров Ю.Г. Ретроспективное восстановление уровня радиационного загрязнения реки Теча, обусловленного сбросами жидких отходов радиохимического производства ПО «Маяк» в 1949-1956 гг.// Вопросы радиационной безопасности. 1998. №3. С.10–11.

ЖРО, поступившие в Течу, содержали смесь радионуклидов (ниобий, рутений, стронций, цезий, цирконий), редкоземельных и некоторое количество трансплутониевых элементов. Примерно четвертая часть суммарной радиоактивности приходилась на долю относительно долгоживущих веществ, таких как стронций-90 и цезий-137, имевших период полураспада соответственно 28 и 30 лет¹⁶⁶.

Как отмечалось нами ранее, проведенные в США анализы сбросов в реку Колумбия не зафиксировали наличия в её водах этих долгоживущих и опасных радиоактивных веществ.

Отечественные специалисты рассчитывали, что воды рек Течи, Исети и Тобола разбавят концентрацию радионуклидов, содержащихся в ЖРО, до безопасных значений. Но они не учли, точнее не знали, что радиоактивные изотопы в значительной степени будут задерживаться в придонном иле. Из 2,78 миллионов кюри радиоактивности, сброшенной химкомбинатом «Маяк» в открытую водную сеть, 2 миллиона кюри осталось в верховьях Течи. Причем максимальная концентрация радионуклидов оказалась на отрезке от озера Кызылташ до села Метлино, находившегося всего в 7 километрах от места сброса жидких отходов.

В письме директора химкомбината Б.Г. Музрукова, адресованном начальнику Первого Главного управления при правительстве СССР Б.Л. Ванникову от 5 июля 1949 г. впервые официально сообщалось о радиоактивном загрязнении реки Теча. В нем, в частности, отмечалось: «По результатам анализов воды в р. Теча (22,23 и 28 июня 1949 года) следует считать воду в реке Теча весьма загрязненной (сброшенными водами с объектов)¹⁶⁷. Однако после получения этого тревожного сигнала руководство атомной отрасли не проявило особой озабоченности по решению возникшей проблемы. Во многом это происходило из-за соблюдения строжайшего режима секретности, когда на химкомбинате работающие со сбросами ЖРО в Течу не знали, с чем они имеют

¹⁶⁶ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1.Оп.8. Д.226.Л.23–24.

¹⁶⁷ Там же.Оп.14. Д.13.Л.38.

дело, а в отчетах для Москвы вместо слов «радиоактивность» и «облучение» писали «инертность» и «окуривание»¹⁶⁸.

Только в 1951 г., в результате дозиметрических обследований, установили, что загрязненность Течи в районе села Метлино в две-три тысячи раз превышала допустимые значения по стронцию-90 и примерно в 100 раз по цезию-137. Мощность дозы на приусадебных участках этого села достигала 3,5 рентгена в час, а на улицах и в домах – 1-1,5 рентгена в час¹⁶⁹.

Вниз по течению реки, несмотря на то, что концентрация радионуклидов в воде снижалась, радиоактивность оставалась очень высокой, опасной для окружающей среды. По берегам рек Теча и Исеть находилось 37 населенных пунктов, жители которых использовали воду для хозяйственно-бытовых целей и водопоя скота, содержания водоплавающей птицы, выращивания овощей и пр. Все это приводило к радиоактивному загрязнению мяса, молока, овощей, рыбы, а затем и людей, потребляющих эти продукты питания. Радиоактивному воздействию подверглись около 125 тысяч человек, проживающих в населенных пунктах, расположенных на побережье рек Теча и Исеть, в основном на территории Челябинской, Курганской и Свердловской областей.

Из 125 тысяч пострадавших от радиации 78% получили эквивалентные дозы 25 бэр, около 12% - 50 бэр и 8% - более 100 бэр, тогда как годовая норма для производственного персонала составляла 5 бэр, а для населения - всего 0,5 бэр. Хроническую лучевую болезнь зарегистрировали у 935 жителей, в основном проживающих около реки Теча¹⁷⁰.

В результате сбросов ЖРО в речную систему загрязнению радионуклидами подверглись все её компоненты: вода, донные отложения, прибрежные участки. Население, проживающее на этой территории около Течи, оказалось под воздействием как внешнего, так и внутреннего облучения. Особенно сильное поражение органов человека вызывало проникающее гамма-излучение, когда при

¹⁶⁸ Новоселов В.Н., Толстиков В.С. Указ. соч. С.36.

¹⁶⁹ Шведов В.Л., Аклеев А.В., Голошапов П.В. и др. Резонанс: Радиоактивное загрязнение Челябинской области. Челябинск, 1992. С.16.

¹⁷⁰ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11.Оп.30.Д.839.Л.18–19; Проблемы экологии Южного Урала// Ежеквартальный научно-технический журнал. Челябинск, 1997. №2. С.10.

получении значительных доз люди чувствовали тошноту, рвоту, вялость во всем теле. При потреблении загрязненной радионуклидами воды, молока и других продуктов, как установили потом медики, облучались клетки красного костного мозга, стенки толстого кишечника, поверхности костей и другие органы. Специалисты Института биофизики Минздрава СССР, проводя медицинские осмотры жителей прибрежных сел реки Теча с 1951 г., пришли к выводу о том, что красный костный мозг является наиболее чувствительной тканью к радиационному воздействию, и поэтому его следует рассматривать как наиболее критический орган.

В качестве сравнения в таблице 6 содержатся сведения об облучении различных органов жителей пяти населенных пунктов, расположенных на Тече.

Таблица 6

Средние дозы облучения различных органов и эффективность дозы для населения, проживающего по реке Теча на различных расстояниях от места сброса ЖРО (данные за 1951 г.)¹⁷¹

Населенный пункт	Расстояние от места сброса в км	Эквивалентная доза облучения, бэр				Эффективная эквивалентная доза
		Красный костный мозг	Поверхность костей	Стенки толстого кишечника	Прочие органы	
Метлино	7	164	226	140	127	140
Теча-Брод	18	127	148	119	115	119
Асаново	27	127	190	104	90	100
Надырово	48	95	180	62	44	56
Муслюмово	78	61	143	29	12	24

Сведения, приведенные в этой таблице, показывают, что население Течи подвергалось сильнейшему облучению. Причем, чем ближе находился населенный пункт к месту сброса ЖРО, тем доза радиационного воздействия была выше. Медицинские специалисты установили, что с течением времени

¹⁷¹ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11.Оп.18.Д.25.Л.2.

наибольшее число заболеваний лейкозами наступает через 5-10 лет после облучения. Отмечалось также, что у пораженных радиацией больных наблюдается сочетание лейкоза с опухолевыми заболеваниями (рак желудка, легких, щитовидной железы, печени, саркома костей). Как отмечалось ранее, к аналогичным выводам в свое время пришли и американские врачи-радиологи.

К лету 1951 г. радиационная обстановка на Тече стала критической для проживающего там населения. Прежде всего, срочно требовалось прекратить технологические сбросы ЖРО с химкомбината в речную систему. После обсуждения различных вариантов решения этой проблемы специальная комиссия по согласованию с И.В. Курчатовым приняла решение о прекращении сбросов высокоактивных ЖРО в Течу и временном направлении их в течение 2-3 лет в бессточное озеро Карачай, находившееся всего в 400 метрах от радиохимического завода. С 28 октября 1951 г. в Карачай стали поступать первые кубометры радиоактивных отходов. Вместо 2-3 лет, как планировали первоначально, сбрасывали ЖРО более пяти десятилетий. За это время в Карачае накопилось свыше 120 миллионов кюри радиоактивности, то есть почти три Чернобыля¹⁷².

Удаление ЖРО в озеро позволило химкомбинату нормально работать в течение десятилетия, резко сократить поступление радиоактивных веществ в Течу, где мощность дозы снизилась в 20 раз. Однако Карачай становился с каждым годом все более опасным источником загрязнения внешней среды, постоянной кладовой целой гаммы радионуклидов. В период его эксплуатации с октября 1951 г. в этот водоем сбросили промышленные растворы с содержанием не только среднеактивных веществ, таких как ниобий-95, сурьма-125, церий-144, но и высокоактивных с длительным периодом полураспада – плутоний-239, цезий-137, стронций-90 и других¹⁷³.

Прекращение сбросов высокоактивных ЖРО в Течу и направление их в Карачай не означало улучшения радиэкологической ситуации в Уральском регионе. Воды этой реки еще долго будут нести радиоактивные вещества,

¹⁷² Новоселов В.Н., Толстикова В.С. Атомный след на Урале...С. 83.

¹⁷³ Дрожко Е.Г., Иванов И.А., Самсонова Л.М. и др. Задержка радионуклидов твердой фазой геологического массива вблизи озера Карачай // Вопросы радиационной безопасности, 1996. №2. С.22.

накопленные в донных отложениях и на пойменных участках, представлять серьезную опасность здоровью местного населения. Тем более, что вплоть до 1956 г. в Течу продолжали сбрасывать слабоактивные отходы в виде дренажных вод, стоков санпропускников и прачечных, промышленной канализации химкомбината с суммарной активностью от 100 до 200 кюри в сутки¹⁷⁴.

Исторический опыт убедительно свидетельствует о том, что большинство техногенных аварий и инцидентов, имевших место в Советском Союзе и США в период освоения ядерного производства, происходили в основном из-за нерешенности проблем, связанных с обращением и хранением радиоактивных отходов. Красноречивым подтверждением этого стала крупнейшая в истории атомной энергетики радиационная авария, произошедшая 29 сентября 1957 г. на химкомбинате «Маяк», когда взорвалась емкость-хранилище с высокоактивными ЖРО.

Первоначально планировали такие отходы, как и в США, хранить в емкостях-резервуарах из нержавеющей стали, размещенных в специальных бетонных каньонах, оборудованных приборами контроля, вентиляцией и системой охлаждения. Однако, в результате выполнения оборонной программы, роста объемов производства, несовершенства технологических процессов на химкомбинате накопили огромное количество высокоактивных отходов (примерно 180 тысяч м³), из которых 8000 м³ поместили в емкости (или, как их называли тогда, «банки вечного хранения»), остальные ВАО сбрасывали в Течу и другие водоемы¹⁷⁵.

Взорвавшуюся емкость (банку) № 14 заполнили 256 м³ высокоактивными отходами с 9 марта по 10 апреля 1957 г. Незадолго до аварии приборы контроля и система охлаждения вышли из строя, что привело к разогреву емкости, выпариванию воды, а впоследствии и тепловому взрыву сухого остатка

¹⁷⁴ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11. Оп.11. Д.17. Л.7,9.

¹⁷⁵ Глаголенко Ю.В., Дзекун Е.Г. и др. Стратегия обращения с радиоактивными отходами на производственном объединении «Маяк»// Вопросы радиационной безопасности, 1996. №2. С.3-4.

радиоактивных солей в банке¹⁷⁶. 20 миллионов кюри радиоактивности с содержанием стронция -90, цезия-137, церия-144, циркония-95, ниобия-95 и рутения-106, - причем около 90 % рассеялись по территории предприятия и промышленной площадки, а остальные 10% радиоактивных веществ были подняты в воздух на высоту до 1 км¹⁷⁷. В зону загрязнения попали реакторные заводы, радиохимический завод № 35, завод по производству радиоизотопов №45, пожарная часть, военные городки и лагерь заключенных, что нарушило нормальную деятельность предприятия, прежде всего, из-за риска облучения персонала и разноса радиоактивных веществ по всей территории промышленной площадки¹⁷⁸. Радиоактивному загрязнению непосредственно после радиационной аварии подверглась и жилая зона г. Челябинск-40 (Озерск) вследствие разноса загрязнения с территории ядерно-химического комплекса за счет работы автотранспорта и перемещения производственного персонала. Часть радионуклидов, около 2 миллионов кюри, будучи рассеянной в атмосфере, осела за пределами площадки предприятия, образовав Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), протяженностью 300 км и площадью 20 000 км².¹⁷⁹

В зоне ВУРСа оказалось более 200 населенных пунктов Челябинской, Свердловской и Тюменской областей, где проживало 270 тысяч человек, из которых 10 тысяч оказались близко к эпицентру взрыва, в радиусе проживания от него в 15-40 км¹⁸⁰. Особенно сильному техногенному радиационному воздействию подверглись жители 4 деревень, расположенных вблизи ПО «Маяк», - это Бердяниш, Сатлыково, Галикаево и Кирпичики. Например, мощность дозы в деревне Сатлыково, находящейся в 18 км от точки взрыва, оказалась 300 микрорентген в секунду, а в деревне Галикаево в 23 км – 170 микрорентген в секунду¹⁸¹. Кроме того, для жителей остальных населенных пунктов,

¹⁷⁶ Авраменко М.И., Аверин А.Н., Е.Г. Дрожко и др. Авария 1957 г. Оценка параметров взрыва и анализ характеристик радиоактивного загрязнения территорий// Вопросы радиационной безопасности, 1997. № 3. С.19.

¹⁷⁷ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф. 1. Оп. 28. Д. 7. Л. 8.

¹⁷⁸ Там же. Л. 9.

¹⁷⁹ Романов Г.Н. Радиационная авария на ПО «Маяк». Практика контрмер, их эффективность и извлеченные уроки// Вопросы радиационной безопасности, 1997. № 3. С. 3-4.

¹⁸⁰ Никипелов Б. В., Дрожко Е.Г. Взрыв на Южном Урале // Природа. №5. С.48.

¹⁸¹ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1.Оп.30.Д.6.Л.7-8.

находящихся в отдалении от территории взрыва, при невысоком уровне внешнего облучения, существовал риск внутреннего облучения, преимущественно желудочно-кишечного тракта и костей при попадании с пищей стронция-90¹⁸².

При прохождении радиоактивного облака загрязнению подверглись наружные поверхности жилищ, одежда местных жителей и предметы домашнего обихода, находившиеся на открытом воздухе. Величина этого загрязнения находилась в прямой зависимости от плотности радиоактивных выпадений. В течение первого месяца после аварии ведущим радиационным фактором для населения стало внешнее гамма-излучение на местности, особенно значительное в начальной части ВУРС. Через 2-3 месяца это излучение снизилось почти в 10 раз.

В начальный период выпавшие радиоактивные вещества не были закреплены в окружающей среде, поэтому определенную опасность представляла ветровая миграция и осадки, вследствие которых происходило перераспределение радиоактивных веществ, заражение новых объектов и территорий.

Для населения одним из основных источников формирования дозы становилось загрязнение радионуклидами продовольствия. Характерно, что в первые месяцы после аварии более 70% суточного поступления в организмы людей стронция-90 приходилось на долю хлеба¹⁸³.

В целом, послеаварийная ситуация оказалась очень сложной, её усугубляло отсутствие прогноза дальнейшего развития радиационной обстановки и ясного понимания природы радиационной опасности. В тот период времени не имелось еще специально подготовленного и опытного персонала, способного осуществлять быстрые и эффективные действия по ликвидации последствий аварии, оказанию пострадавшим от радиации людям своевременной квалифицированной медицинской помощи. Для того, чтобы организовать послеаварийные действия потребовалось в условиях строжайшей секретности объединить усилия, знания и опыт многих ученых, специалистов и

¹⁸² Романов Г.Н. Радиационная авария на ПО «Маяк». Практика контрмер, их эффективность и извлеченные уроки// Вопросы радиационной безопасности, 1997. № 3. С.8-9.

¹⁸³ Гуськова А.К., Аклеев А.В., Кошурникова Н.А. Указ. соч. С.95.

представителей органов власти. Но об этом уже речь пойдет в следующем параграфе данной главы.

В начале 1960-х годов, когда несколько стабилизировалась радиационная ситуация в прибрежных районах Течи и на территории ВУРС, крайне неблагоприятная радиологическая обстановка стала складываться в районе озера Карачай. Если в первое время, начиная с 1951 г., сброс ЖРО в озеро не вызывал особых сложностей, то через несколько лет проблемы резко обострились в связи с миграцией радионуклидов в подземные воды, аэрозольными выбросами в атмосферу. Настоящая драма произошла на озере Карачай весной-летом 1967 г., когда недостаточное количество атмосферных осадков в течение зимнего периода времени, ранняя и сухая весна, порывистые ветры привели к высушиванию почвы и повышенному пылеобразованию. Радиоактивное пылевое облако, подхваченное ветром, поднялось с берегов озера и понеслось на юго-запад в сторону жилых поселков Татыш и Новогорный, других населенных пунктов.

При обследовании территорий в июне 1967 г. повышенный радиационный фон по бета-активности, где выпали радиоактивные осадки, обнаружили на расстоянии 12 км от озера. В это же время зафиксировали повышение уровня радиации в два-четыре раза и на высоте 5-10 метров над землей в районе Опытной научно-исследовательской станции (ОНИС) (сейчас это п. Метлино в 15 км от Озерска), а также в районе селения Худайбердинска и Аргаяшской ТЭЦ. От радиоактивной пыли пострадали земли и пашни, леса, растительность, дороги и озера¹⁸⁴.

Сотрудники Медико-санитарного отдела №71 (г. Челябинск-65), проводя летом 1967 г. обследования домов, одежды, хозяйственно-бытового инвентаря в двух поселках, накрытых радиоактивной пылью, обнаружили превышение радиоактивного фона в пять раз, наносившего невидимый ущерб здоровью местных жителей¹⁸⁵.

¹⁸⁴ Архив ОНИС. Отчет о радиологической обстановке в районе размещения ПО «Маяк». Инв. № 5. Л. 4–5.

¹⁸⁵ Корсаков Ю., Федоров Е., Романов Г., Пантелеев Л. Оценка радиационной обстановки на территории, загрязненной в результате ветрового переноса радиоактивных аэрозолей в районе предприятия в 1967 г. // Вопросы радиационной безопасности, 1996. №4. С.50–59.

Лишь в начале 1970-х гг. приняли решение о ликвидации озера Карачай. По специально разработанной технологии началась засыпка скальным грунтом и бетонными блоками водной поверхности, рекультивация его прибрежной территории¹⁸⁶. Постепенно озеро Карачай химкомбинат вывел из своего производственно-технологического цикла.

По сравнению с пылевым разном радиоактивных веществ на озере Карачай, в США пришлось в свое время решать аналогичные проблемы, причем в гораздо больших масштабах, затронувших значительное количество населения. Одной из причин этого явления стало хранение ЖРО в траншеях и под землей, которое приводило к насыщению почвы радиоактивными веществами. По оценкам американских специалистов в Хэнфорде за время его эксплуатации отправили под землю 416 395 296 тонн ЖРО¹⁸⁷. В первые годы работы этого комплекса водные растворы, содержащие радионуклиды, проникли в грунтовые воды через скважины, пробуренные глубоко в земле. В результате засушливого климата, частых бурь, что характерно для местности Ричлэнда, где размещался Хэнфорд, сильные порывы ветра поднимали с почвы вверх радиоактивные вещества и рассеивали их на значительные расстояния. Особенно страдали от пылевых бурь расположенные вблизи от Ричлэнда населенные пункты Паско, Уолла-Уолла и другие. Причем эта обширная территория, расположенная в пустынной местности, ландшафтно оказалась незащищенной.

Радиоактивная пыль проникала в помещения даже через небольшие щели, плотно закрытые двери и оконные рамы. Многие жители потом вспоминали о «шероховатом вкусе пищи» в течение трех-четырёх дней после каждой крупной пыльной бури. Пыль заволакивала дороги и могла нанести вред здоровью людей с респираторными заболеваниями. Радиоактивные частицы, смешиваясь с пылью, попадали в легкие, вызывая не только затрудненное дыхание, но и различные их заболевания. Плутоний, присутствовавший в составе радиоактивных выбросов, оседал на привычных для людей объектах городской инфраструктуры.

¹⁸⁶ Баранов С.В., Баторшин Г.Ш., Мокров Ю.Г. и др. Озеро Карачай: обоснование решений по выводу из эксплуатации // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. 2011. № 1. С. 94–99.

¹⁸⁷ Gerber M. S. Указ. соч. P.74.

Кроме этого, осложняли обстановку частые разрушительные лесные пожары, которые не раз поднимали с продуктами горения осевшую радиоактивную пыль на города Ричлэнд, Паско, Уолла-Уолла, «превратив хирургические маски для лица в модное явление»¹⁸⁸.

По оценкам американских специалистов, на этот источник радиоактивного воздействия приходилось почти 95% фиксируемых выбросов в данном районе. Пылевые бури для Хэнфорда стали существенным негативным техногенным явлением, с которым приходилось считаться. За период с 1945 по 1955 гг. от радиоактивных пылевых бурь серьезно пострадали 42 человека, получив тяжелые легочные заболевания только в одном городе Ричлэнде¹⁸⁹.

Тем не менее, руководители Хэнфорда утверждали, что радиоактивные вещества, в том числе плутоний, надежно изолированы от попадания во внешнюю среду. Они уверяли, что если небольшое количество плутония могло попасть на землю из-за неблагоприятных погодных условий, то оно не способно нанести большой вред людям и природе, а его концентрация не превышает нормативных показателей по всей стране¹⁹⁰.

Заверения в том, что радиоактивные выбросы в Хэнфорде не представляют опасности для здоровья населения и окружающей среды, звучали на протяжении всех послевоенных лет. В ноябре 1945 г. газета Ричленда «высоко оценила здоровую окружающую среду поселения и мероприятия компании-подрядчика «Дюпон» по обеспечению самых высоких возможных стандартов здоровья»¹⁹¹.

Два года спустя в публичном отчете АЕС (комиссия по атомной энергии США), отмечая свою обширную и высокотехнологическую программу экологического мониторинга в Хэнфорде, сообщала в успокоительных тонах следующее: «Незначительные количества радиоактивного загрязнения в воздухе, растительности, почве, поверхностных и подземных водах обнаруживаются радиохимическими методами, все радиоактивные очаги обычно находятся за

¹⁸⁸ Nicholas K. Geranios Any Ill Wind Blows Up A Dust Storm [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.seattletimes.com/archive/?date=19911117&slug=1317816>, Nov.17,1991 (дата обращения: 03.10.2021).

¹⁸⁹ Gerber M. S. Указ. соч. P.65.

¹⁹⁰ Matthew L. Wald, U.S. Now to Keep Atom Plant Vow. New York Times, December 21, 1988. P.5.

¹⁹¹ Associated Press, Nuclear Plant's Closure Sought. Tri-City Herald, October 19, 1988. P.2.

пределами периметра предприятия и на уровне, или ниже, одной десятой соответствующих предельно допустимых пределов».¹⁹²

Несмотря на эти успокаивающие заявления, компания «Дженерал Электрик» (GE) осуществила программу масштабного озеленения и поручила засеять пустыню штата Теннесси травой и кустарниками, чтобы уменьшить разнос пыли по территории города Ричлэнд. В начале 1947 г. комитет по атомной энергии США рекомендовал активизировать выращивание трав, кустарников и деревьев в этом городе и вокруг него. Семена трав бесплатно предоставлялись всем его жителям, которые затем их с готовностью сажали, тем самым расширяя свои газоны. Таким образом, жителей призвали помочь работникам GE с программой городского озеленения. В апреле 1947 г. вдоль западной границы Ричленда появилась защитная полоса из деревьев, служащих щитом от преобладающих ветров. Кустарники, цветы и газоны стали менять каждый год, так как растения быстро накапливали внутри себя радиацию и не могли больше обеспечивать защитную функцию от пыли для горожан. В течение нескольких лет с 1947 по 1955 г. бригады технического обслуживания Дженерал Электрик проводили операции по очистке города, сгребая песок с газонов и смывая вниз по улицам, где его собирали и увозили. Потом буквально горы радиоактивного песка, чтобы изолировать его от внешней среды, засыпали плотно гравием, уменьшая таким образом влияние радиоактивной пыли на население города¹⁹³.

Одним из важных и опасных факторов техногенного воздействия на окружающую природную среду считается загрязнение радиоактивными веществами атмосферы. Однако, в первые годы опыт функционирования ядерных объектов в США и СССР показал, что имелась недооценка степени важности этой проблемы. Действительно, в то время больше внимания уделялось, прежде всего, отработке технологии производства ядерных материалов, снижению радиоактивности в водоемах, организации контроля за уровнем радиации в производственных помещениях, ликвидации последствий различных аварий и

¹⁹² Gerber M.S. Указ соч. P.67.

¹⁹³ Там же. P.64.

инцидентов. Между тем с проблемами загрязнения воздушной среды, масштабы которых нарастали, вскоре пришлось считаться (*См. Приложение 1*). Только в 1945 г., когда в Хэнфорде в лихорадочном темпе шло изготовление атомного оружия, было выброшено в воздушную среду 345 000 кюри одного лишь радиоактивного йода¹⁹⁴. Потом установили, что этот радиоизотоп в газообразном состоянии, устремляясь вверх с порывами ветра, разносится на много сотен километров в восточном направлении от ядерного комплекса. Радиоактивный йод осаждался на почве и растительности, где его вместе с травой съедали пасущиеся коровы и козы, а затем с молоком потребляло население штата Вашингтон.

Несколько позже установили, что молочный путь попадания радиоактивного йода в организм оказался во много раз вреднее, чем его простое вдыхание, так как йод-131 оказывал прямое пагубное воздействие на щитовидную железу¹⁹⁵.

В первые годы производства атомного оружия высокопоставленные должностные лица АЕС были осведомлены о серьезных медицинских проблемах среди местного населения, связанных с воздействием радиоактивных газов и выбросами радиоактивного йода. Однако, по словам председателя комитета общественного здравоохранения штата Вашингтон Джона Гленна: «АЕС ничего не сделала и замела проблему под ковер»¹⁹⁶.

В 1945 г., в результате проведенных исследований, специалисты отдела здравоохранения Хэнфорда пришли к выводу, что употребление обычного йода снижает усвоение щитовидной железой человека радиоактивного йода (йод-131). Населению рекомендовали в качестве профилактики использовать йодированную соль.

На рубеже 1949-1950-х гг. фактические уровни загрязнения йодом-131 населения, проживающего вокруг Хэнфорда, достигли предельно-допустимых концентраций, значительно превысив установленные нормы. Официальные

¹⁹⁴ HEDR: TRAC-0151-VA. Box.1974. P.125. URL: <https://web.archive.org/web/20100528055503/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/overview/Bulletin.html> (дата обращения: 15.01.2023).

¹⁹⁵ Gerber M.S. Указ. соч. P.8.

¹⁹⁶ Gerber M. S. P.70.

власти США длительное время скрывали истинное положение дел с выбросами радионуклидов в воздушную среду. Только в 1990 г. Министерство энергетики страны опубликовало некоторые сведения о выбросах радиоактивных веществ и газов за период с 1944 до середины 1950 гг. Согласно приведенным данным, население, проживающее вблизи от ядерного комплекса, получило в течение 15 лет дозовые нагрузки в несколько раз превышающие нормативные¹⁹⁷. Причем в сообщении Министерства энергетики США представлены сведения только по одному из радионуклидов (радиоактивному йоду), в то время как плутониевый комплекс в Хэнфорде выбрасывал в воздушную среду более 30 различных радиоактивных веществ и газов. Все они оказывали в той или иной мере патогенное воздействие не только на щитовидную железу, но и на другие органы человека и животных¹⁹⁸.

Специалисты отдела здоровья Хэнфорда, проводя исследования в 1947 г., обнаружили неожиданное для них явление, суть которого состояла в том, что на растении полынь больше, чем на других растениях, оседали и концентрировались радиоактивные газы и аэрозоли. В связи с тем, что это неприхотливое и выносливое растение, распространенное в штате Вашингтон, становилось источником радиационного излучения, отдел здравоохранения Ричленда обязал жителей убрать его со своих дворов, потому что пустынный сорняк, объясняли представители медицины, мол, «усугубляет аллергию и... укрывает клещей». Вскоре Хэнфордские исследователи обнаружили еще одно «радиоактивное растение» - чертополох, который, по их мнению, представлял «воздушную радиационную опасность», поэтому также рекомендовали жителям уничтожить и его¹⁹⁹.

По сравнению с США, еще более опасная ситуация сложилась с радиоактивным загрязнением воздушной среды и почв в районе функционирования первых ядерных объектов на Урале. На стадии

¹⁹⁷ HEDR: TRAC-0151-VA. Вох.1974. P.130. URL:

<https://web.archive.org/web/20100528055503/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/overview/Bulletin.html> (дата обращения: 15.01.2023).

¹⁹⁸ Там же. P.130.

¹⁹⁹ Gerber, M. S. Указ. соч. P.70.

проектирования ядерных объектов, а затем и строительства, здесь не предусматривались необходимые меры по предупреждению выбросов радиоактивных газов и аэрозолей в атмосферу. Если контроль за состоянием воздушной среды в производственных помещениях еще как-то осуществлялся, в основном лишь эпизодически, то за пределами предприятий длительное время он фактически отсутствовал.

Справедливости ради следует отметить, что первоначально в условиях постоянной спешки у советских ученых-атомщиков и специалистов не хватало ни сил, ни времени, чтобы основательно заняться проблемами выбросов в атмосферу радиоактивных газов. Многие из них полагали, что эти выбросы будут не столь существенными и не окажут вредного воздействия на окружающую среду. Однако, когда резко возросли мощности реакторного и радиохимического производства на «Маяке», пришлось считаться с факторами техногенного загрязнения атмосферы и почв. Впервые на это обратила внимание еще в 1951 г. комиссия, возглавляемая А.П. Александровым, будущим президентом Академии наук СССР, который в период пуска и освоения атомных объектов являлся заместителем И.В. Курчатова. В докладной записке А.П. Александрова от 22 февраля 1951 г. сообщалось, что проводя комплексное исследование окружающей среды на территориях, прилегающих к химкомбинату, обнаружено многократное превышение предельно допустимых норм выбросов радиоактивных веществ в атмосферу²⁰⁰.

После этих тревожных сигналов на химкомбинате приступили к разработке различных методов, средств очистки и контроля за выбросами радиоактивных газов и нуклидов в воздух. При Центральной заводской лаборатории химкомбината организовали специальное подразделение по контролю и снижению загрязнения аэрозолями окружающей среды. Следует иметь в виду, что в тот период времени не имелось еще надежных газоулавливающих и газоочистительных установок, а предпринятые попытки по использованию

²⁰⁰ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк»: Ф.1.Оп.10.Д.66.Л.23.

аналогичных установок, взятых из других отраслей промышленности, не привели к желаемым результатам.

Вместе с тем, радиационная ситуация, обусловленная выбросами в воздушную среду вредных для здоровья населения радионуклидов, со временем все осложнялась. В 1949-1954 гг. на долю поступления в атмосферу радиоактивных газов приходилось 5%, а стронция-90 и цезия-137 – соответственно 6,12% и 7,2%. Причем с ростом объемов производства росли и выбросы, особенно радионуклидов – стронция, цезия и йода -131²⁰¹.

К середине 1950-х гг. сложилась угрожающая ситуация, обусловленная выбросами в атмосферу химкомбинатом большого количества радиоактивных газов и аэрозолей. В связи с этим в июне 1956 г. в Челябинске-40 состоялось специальное заседание медико-биологической секции Научно-технического совета Министерства среднего машиностроения. В работе секции приняло участие более 100 ученых и специалистов, которые пришли к выводу, что заводами комбината выбрасывается огромное количество радиоактивных газов, а содержание радиоактивных аэрозолей в воздухе превышает установленные нормативы в десятки раз. Секция констатировала, что загрязнение воздушной среды и почв привело к тому, что радионуклиды, попадая через органы дыхания и с продуктами питания в организмы жителей прилегающих населенных пунктов, приводят к их облучению.

Медико-биологическая секция с учетом мнения академических институтов и специалистов комбината предложила разработать программу, предусматривающую резкое сокращение выбросов радиоактивных веществ за счет ужесточения контроля и внедрения новых методов и средств по газоочистке²⁰².

Во второй половине 1950-х гг. начались активные работы по изучению состава выбросов в атмосферу, что требовало большого объема научной информации, высокого профессионального мастерства. Следовало выяснить

²⁰¹ Архив ОНИС. Инв. №7. Л.10–12.

²⁰² ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк»: Ф.1. Оп.10. Д.75. Л.27–28.

непростую природу физико-химических свойств выбрасываемых радионуклидов, постоянно иметь дело с крайне агрессивной средой, многими разнородными источниками опасного воздействия на человека.

Научно-практическая деятельность ученых и специалистов химкомбината способствовала существенному снижению выбросов радиоактивных газов и аэрозолей в атмосферу, а также изучению степени загрязненности радионуклидами водных систем и почв на прилегающих к химкомбинату территориях. В результате были разработаны и внедрены новые способы и аппараты по улавливанию радиоизотопа йода-131, сконструированы фильтры для радиоактивных аэрозолей, мельчайших частиц, попадавших в окружающую среду в виде тумана.

В целом, предпринятый нами анализ показывает, что предприятия атомной промышленности США и, особенно, Советского Союза в начальный период их деятельности оказывали существенное техногенное воздействие на окружающую природную среду, загрязняя ее радиоактивными веществами, наносили тем самым ущерб здоровью не только производственному персоналу, но и местному населению, природной среде.

В отличие от американских, на первых советских атомных объектах, прежде всего, на химкомбинате «Маяк», имели место масштабные беспрецедентные по своему значению техногенные аварии и катастрофы, повлекшие за собой тяжелые медицинские и социально-экологические последствия.

Трагическими символами таких бедствий стали река Теча и озеро Карачай, пострадавшие от несанкционированных сбросов радиоактивных отходов в открытые водоемы, радиационная авария 1957 г. на химкомбинате «Маяк».

Во многом все это являлось следствием того, что деятельность первых отечественных атомных объектов имела производственно-экспериментальный характер, новые технологические процессы осваивались при невероятной спешке и в условиях строжайшей секретности. Действуя в исключительно сложной международной обстановке и стремясь как можно быстрее получить в свое распоряжение ядерное оружие, руководство страны и атомной отрасли явно

недооценивали и нередко не обращали серьезного внимания на решение проблем хранения радиоактивных отходов, радиационной защиты населения. В то же время и наука не смогла предложить способы и методы безопасного хранения высокоактивных ЖРО.

Радиационная авария 1957 г. не только обострила многие накопившиеся проблемы на химкомбинате «Маяк», например, по хранению радиоактивных отходов, но и стала серьезным импульсом по решению вопросов медицинской и радиационной безопасности. Значительные финансовые и кадровые ресурсы были направлены на организацию научно-исследовательских учреждений, целью которых являлось изучение и контроль состояния здоровья атомщиков и населения на территории ВУРСа.

Необходимо иметь ввиду, что далеко не всё так благополучно обстояло и в атомной отрасли США. Как оказалось, многие техногенные инциденты, имевшие место в деятельности ядерных объектов Хэнфорда и Ок-Риджа, чтобы не посеять панику среди местного населения, замалчивались и не придавались огласке, скрывались от общественности.

Согласно оценкам Министерства энергетики США (DOE), Агентства по охране окружающей среды (EPA) и Департамента экологии штата Вашингтон, плутониевый комплекс Хэнфорд породил экологическую катастрофу, оставив после себя 200 тысяч м³ жидких высокоактивных радиоактивных отходов, а также значительные участки земли и большой объем грунтовых вод, загрязненных радиоактивными веществами²⁰³. Министерство энергетики США зафиксировало 26 дефектов в конструкциях хранилищ радиоактивных отходов, из которых происходили утечки в окружающую среду, около 2,4 тонны ЖРО ежегодно²⁰⁴.

Хэнфорд, который считается самым загрязненным ядерным объектом в США, в настоящее время выведен из эксплуатации, все его промышленные реакторы-наработчики оружейного плутония остановлены, а самый первый

²⁰³ Hanford Quick Facts. Washington Department of Ecology. Archived from the original on June 24, 2008. [Электронный ресурс]. URL.: <https://web.archive.org/web/20080624232748/http://www.ecy.wa.gov/features/hanford/hanfordfacts.html> (дата обращения: 08.11.2021)

²⁰⁴ Lewis M. In strange twist, Hanford cleanup creates latest boom. Seattle Post-Intelligencer. April 19, 2002.

реактор «В» признан Национальным памятником исторического парка Манхэттенского проекта. На очистку территории от радиоактивного загрязнения вокруг Хэнфорда расходуются огромные финансовые средства²⁰⁵.

В отличие от выведенного из эксплуатации плутониевого комплекса Хэнфорд в США, химкомбинат «Маяк» в России, по-прежнему, - это действующее предприятие. Из семи ядерных реакторов сейчас функционирует только один, производящий радиоактивные изотопы. В результате предпринятых мер техногенное воздействие на окружающую среду «Маяка» соответствует основным международным нормативам. Однако, небольшие радиационные инциденты здесь по-прежнему имеют место. За период с 1970-х до начала 1990-х гг. на химкомбинате «Маяк» из-за несоблюдения технологических регламентов и других нарушений, произошло 16 различных радиационных инцидентов, повлекших за собой радиоактивное загрязнение природной среды²⁰⁶.

В связи с этим необходимо, чтобы имеющиеся факты техногенного воздействия на население и окружающую среду не замалчивались и не скрывались от общественности.

²⁰⁵ Hanford Quick Facts. Washington Department of Ecology. Archived from the original on June 24, 2008 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20080624232748/http://www.ecy.wa.gov/features/hanford/hanfordfacts.html> (дата обращения: 08.11.2021).

²⁰⁶ Masson O. Airborne concentrations and chemical considerations of radioactive ruthenium from an undeclared major nuclear release in 2017// PNAS first published July 26, 2019.; Жуйков Б., Демина Н. Откуда мог взяться рутений-106 [Электронный ресурс]. URL: <https://trv-science.ru/2017/11/otkuda-mog-vzyatsya-ru-106/> (дата обращения: 07.11.2021).

2.2. Организация медицинской и социальной помощи населению, пострадавшему от радиации

В отличие от советских ученых и медицинских работников, получивших в свое распоряжение огромный эмпирический материал в результате работ по ликвидации последствий радиационных аварий, американцы на протяжении длительного времени, вплоть до середины 1980-х гг., несколько недооценивали возможные риски и степень тяжести заболеваний при переоблучениях большого количества людей. До этого времени основные усилия специалистов США в области радиационной медицины в основном были сфокусированы на проведении различных экспериментов, в частности, реконструкции потенциально опасных доз облучения для человека, лечении онкологических заболеваний и пр. Комиссия по атомной энергии США (АЕС), стремясь продвигать радиологические инновации, относящиеся к использованию радиоизотопов в медицине, рассматривала их как противоядие и своего рода прививку от страха и опасений, которые испытывала общественность перед атомной энергией²⁰⁷.

Совершенно иные, более сложные и масштабные задачи пришлось решать отечественным медицинским работникам, когда в результате трех наиболее крупных радиационных происшествий, имевших место на производственном объединении «Маяк» (загрязнение радиоактивными веществами реки Теча, радиационная авария 1957 г. и инцидент на озере Карачай в 1967 г.), значительная часть населения и территории Урала подверглись повышенному техногенному радиационному воздействию. В результате, более 50 тысяч человек, в основном сельских жителей, получили дозы радиации, которые впоследствии могли спровоцировать заболевания раком или лейкемией²⁰⁸.

На пострадавших территориях Урала от сбросов ЖРО в Течу и в результате взрыва 1957 г. первоначально медицинское обслуживание населения на протяжении ряда лет осуществляли в основном местные и региональные учреждения здравоохранения, особо не осведомленные о проблемах, связанных с

²⁰⁷ Gerber M. S. Указ. соч. P.27.

²⁰⁸ Аклеев А.В., Новоселов В. Н., Шалагинов С.А., Буртовая Е.Ю. Теча: до и после атомного проекта. Челябинск, 2015. С. 301.

радиационным воздействием. Причем практически все облученное население проживало в сельской местности на значительном удалении от специализированных научных центров, расположенных в крупных городах. Учреждения здравоохранения районного звена на пострадавших территориях характеризовались низкими показателями коечного фонда, нехваткой врачебного персонала, отсутствием узких специалистов по многим медицинским специальностям. Этот фактор сыграл одну из ключевых ролей в позднем обнаружении текущих и отдаленных последствий у облученных людей, проживавших в населенных пунктах в зоне радиоактивного загрязнения ПО «Маяк».

Медицинское обследование жителей, проживающих в населенных пунктах, расположенных в верховьях Течи и подвергшихся наибольшему облучению, началось только в июле 1951 г., т.е. фактически через два года после загрязнения реки техногенными радиоизотопами. В обследовании пострадавшего населения принимали участие выездные бригады, состоящие из опытных медицинских работников МСО-71 (Челябинск-40) и специалистов Института биофизики Минздрава СССР. Таким образом, было найдено организационное решение, выходящее за рамки существующей модели оказания медицинской помощи сельскому населению, когда непосредственно на местах стали проводить комплексные медицинские осмотры облученных людей, направленные на выявление форм патологий радиационного происхождения. Однако эффективность таких медицинских осмотров оставляла желать лучшего, так как в первые годы после сброса радиоактивных отходов в реку Теча медики выборочно осматривали только часть населения, проживающего на ее побережье. Слабое развитие дозиметрии в то время и отсутствие индивидуальных дозиметрических данных не позволяло врачам МСО-71 и специалистам Института биофизики обоснованно идентифицировать лиц для первоочередного оказания медицинской помощи. Уже в первые годы наблюдения среди жителей прибрежных сел реки Теча диагностировали хронический лучевой синдром, а в отдаленные сроки

зафиксировали увеличение заболеваемости и смертности от лейкозов, злокачественных опухолей и сердечно-сосудистых заболеваний.

Медицинской реабилитации жителей прибрежных территорий реки Теча мешало много факторов, которые заключались и в проблемах новой, ранее неизвестной, но стремительно развивающейся радиологической практики в этом регионе. Укомплектованность специалистами и оснащенность медицинским оборудованием выездных бригад МСО-71 были невысокими даже по меркам начала 1950-х гг. Сказывалось отсутствие опыта длительной организации и проведения мероприятий по реабилитации жителей после мощного техногенного воздействия, повлекшего за собой поражение среды обитания населения²⁰⁹.

При выездах бригад в пострадавшие от радиации районы резко возросла физическая и психологическая нагрузка на медицинских работников. В связи с этим руководители МСО-71 неоднократно докладывали начальнику Третьего главного управления Минздрава СССР А.И. Бурназяну, курирующему медицину атомной отрасли, о том, что коллектив МСО-71 просто физически не в состоянии вести огромную работу в Челябинске-40 и еще выезжать в длительные командировки в район Течи²¹⁰. Тем более, что в начале 1950-х гг. радиационная ситуация на химкомбинате оставалась еще сложной, требовала к себе постоянного внимания со стороны медиков.

При проведении первых медицинских осмотров пострадавшего от радиации населения в районе Течи у ряда обследованных были выявлены признаки, характерные для хронической лучевой болезни, выразившейся, прежде всего, в поражении кроветворения, изменениях нервной и иммунной системы²¹¹.

Только через 2-3 года после пуска в эксплуатацию объектов химкомбината его руководство и руководство атомного ведомства страны стали все больше осознавать нарастающий драматизм радиационно-экологической ситуации в районе Течи. В соответствии с приказом директора химкомбината Б.Г. Музрукова

²⁰⁹ Булдаков Л.А., Демин С.Н., Косенко М.М. и др. Медицинские последствия радиационной аварии на Южном Урале в 1957 г. // Медицинская радиология. 1990. №12. С.11–16.

²¹⁰ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.15. Оп.1. Д.32. Л. 6–7.

²¹¹ Проблемы экологии Южного Урала // Ежеквартальный научно-технический журнал. Челябинск, 1997. № 2. С.11.

от 10 января 1952 года осмотры 210 сельских жителей показали, что все они подверглись внешнему и внутреннему облучению, в том числе долгоживущими радиоизотопами (стронций – 90 и цезий – 137). Обеспокоенное сложившейся радиационной ситуацией руководство атомной промышленности рекомендовало И. В. Курчатову расширить границы медицинских осмотров и оказания лечебно-профилактической помощи пострадавшему населению. Для выполнения этой задачи привлекли лучших специалистов Институты биофизики и гигиены труда АН СССР. На протяжении периода с 30 мая по 10 августа 1953 г. ученые из Москвы совместно со специалистами ЦЗЛ комбината и МСО-71 проводили углубленные изучения состояния здоровья жителей прибрежных населенных пунктов по рекам Теча, Исеть и озера Татыш²¹².

До лета 1953 г. для защиты населения Течи реализовывали целый ряд мероприятий, в их числе ограничили сбросы радиоактивных веществ, запретили использование речной воды для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд, построили несколько шахтных и артезианских колодцев и пр. Теперь ученым предстояло оценить эффективность ранее проведенных оздоровительных мер, сравнить состояние здоровья населения с 1952 г., когда проводились первые массовые осмотры населения.

Результаты медицинских обследований, проведенных летом 1953 г., вопреки ожиданиям руководителей «Маяка» оказались неутешительными. Из 578 человек, осмотренных специалистами, у 200 выявили серьезные радиационные поражения и еще 54 попали в графу «сомнительных». Ученые-медики пришли к выводу, что по сравнению с 1952 г. радиационная ситуация в населенных пунктах, расположенных на реках Теча и Исеть, ухудшилась. При этом они констатировали, что особенно тяжелая обстановка сложилась в верховьях Течи, где у 28,6% осмотренных жителей установили хроническую лучевую болезнь (ХЛБ)²¹³. Больные ХЛБ, как правило, жаловались на общую слабость, быструю утомляемость, апатию, головные боли и постоянное головокружение, ухудшение

²¹² ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.1. Оп.22. Д.4. Л.81.

²¹³ Там же. Ф.15. Оп.1. Д.57. Л.1–3.

аппетита. Но наибольшие изменения отмечались в составе крови, которые выражались в снижении количества тромбоцитов и лейкоцитов.

По результатам проведенного обследования ученые подготовили 29 августа 1953 г. докладную записку, в которой предлагалось, что единственным радикальным средством для предотвращения новых заболеваний и ликвидации причин, их порождающих, является переселение всех проживающих в населенных пунктах, расположенных по берегам Течи, за пределы загрязненной территории на расстояние не менее чем на 10 км от нее²¹⁴.

Так как все попытки, предпринятые ранее, по снижению радиационной загрязненности реки не имели должного эффекта, и чтобы в дальнейшем не подвергать серьезной опасности здоровье населения, руководство химкомбината 31 декабря 1953 г. направило в Москву предложения о переселении всех жителей с реки Теча на всем её протяжении. Планировалось уже в следующем году переселить 16 небольших населенных пунктов, где проживало 3326 человек²¹⁵. Процесс переселения занял намного больше времени, чем рассчитывали, встретил целый ряд трудностей. Из-за режима секретности большинство жителей Течи не знало, что с ними произошло на самом деле, им никто не объяснял истинных причин столь серьезных перемен в их жизни и судьбе.

Только через некоторое время правительство СССР поручило Министерству среднего машиностроения, Челябинскому облисполкому, Министерству внутренних дел разработать порядок переселения людей и определить льготы вынужденным переселенцам. После этого началась очень трудоемкая и кропотливая работа по выявлению и переписи построек в населенных пунктах, подлежащих сносу, переселению населения.

Многие пострадавшие люди продолжали всё ещё находиться на загрязненной радионуклидами территории, когда 21 октября 1954 г. Совмин СССР специальным постановлением утвердил льготы пострадавшим жителям. Каждая семья имела право безвозмездно получить стандартный деревянный дом с

²¹⁴ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.15. Оп.1. Д.57. Л.9–11.

²¹⁵ Там же. Ф.1. Оп.11. Д.12. Л.30–32.

надворными постройками или перенести свой прежний дом на другое место. Для переезда бесплатно предоставлялся транспорт, на каждого трудоспособного члена семьи выплачивалось единовременное денежное пособие в размере 400 рублей, а нетрудоспособного – 100 рублей. Переселенцы освобождались от целого ряда налогов, поставок государству сельхозпродукции сроком на два года²¹⁶.

Всего за период с 1954 г. по 1960 г. с берегов реки Теча переселили в «чистые» от радиации районы около 7,5 тысяч человек из 19 населенных пунктов²¹⁷. К началу переселения, благодаря проведенным техническим (в том числе гидротехническим) мероприятиям и физическому распаду короткоживущих радионуклидов, радиационная обстановка в населенных пунктах значительно улучшилась.

Однако к этому времени жители прибрежных теченских селений уже получили основную долю поглощенной дозы как внешнего, так и внутреннего облучения. Как считают некоторые специалисты, несвоевременное осуществление эвакуации населения из загрязненных территорий сделало эту радикальную меру защиты в сложившейся ситуации не совсем эффективной²¹⁸.

В результате проведенных работ на реке Теча не только был накоплен значительный опыт по радиационной и медицинской защите населения, но и извлечены определенные уроки, которые оказались полезными в организации аналогичных действий при ликвидации последствий радиационной аварии 1957 года на химкомбинате «Маяк». Действительно, практика показала, что при подобных происшествиях основная доля потенциальной дозы у облученного населения формируется в начальный период. Поэтому послеаварийные работы и эвакуацию населения с загрязненных территорий необходимо проводить как можно быстрее, оперативнее.

После радиационной аварии 29 сентября 1957 г. и изучения радиационной обстановки уже на следующий день начались реабилитационные мероприятия на территории Челябинска-40. Эти мероприятия включали ежедневный

²¹⁶ Булдаков Л.А., Демин С.Н., Косенко М.М. и др. Указ соч. С.11–16.

²¹⁷ Новоселов В.Н., Толстиков В.С. Атомный след на Урале. С.71.

²¹⁸ Булдаков Л.А., Демин С.Н., Косенко М.М. и др. Указ соч. С.14.

радиологический контроль продовольствия на складах, в магазинах и столовых, на хлебном и молочном заводах города, систематический дозиметрический контроль улиц города, дорог, автотранспорта, общественных учреждений, школ, детских садов и отдельных жилых помещений, дезактивацию территории с отмыванием дорог, заменой асфальтового покрытия на части дорожного полотна, перекопку газонов и засаживание их ежегодно новой травой, уборку и вывоз мусора, опавшей листвы, деревьев и первого выпавшего снега, санитарную уборку общественных мест (столовых, магазинов, детских садов и школ, общественных учреждений). Наряду с этим проводились профилактические беседы с квартиросъемщиками о целесообразности и технологиях дезактивации жилых помещений, приходилось изымать из употребления загрязненное продовольствие, одежду и обувь, организовывать работу «чистых» и «грязных» бань и прачечных. Все эти реабилитационные меры оказались своевременными и эффективными: радиационный фон в городе и за его пределами в течение одного месяца после аварии, а также внутри помещений, снизился от 100 до 1000 раз, что создало к началу зимы 1957-1958 г. достаточно благополучную и стабильную медико-санитарную обстановку. Вследствие этого в Челябинске-40 были сняты многие ограничения и уменьшен радиационный контроль²¹⁹.

Примерно через неделю после аварии 1957 г. было принято решение эвакуировать жителей из четырех особо пострадавших от радиации населенных пунктов, осуществить дезактивацию территорий и контроль за уровнем загрязненности радионуклидами продовольствия и средств обихода, изъяв их из употребления в случае превышения допустимых уровней радиации²²⁰. Для осуществления такого комплекса мер требовался четкий и последовательный план, а также прогнозирование уровней доз от всех источников радиации.

Особенно это относилось к оценке возможностей детерминированных эффектов и выбора мер, направленных на максимальную медицинскую защиту

²¹⁹ Терновский И.А., Теверовский Е.Н. Изучение радиоэкологических, радиационно-гигиенических и социально-хозяйственных последствий массированного радиоактивного загрязнения больших площадей (1958-1964 гг.). Т.5. Обеспечение радиоактивной защиты населения// Отчет ПО «Маяк». Озерск, 1984. С.8.

²²⁰ Романов Г.Н. Радиационная авария на ПО «Маяк». Практика контрмер, их эффективность и извлеченные уроки// Вопросы радиационной безопасности, 1997. №3. С.7.

наиболее пострадавшего от радиационного воздействия населения. В данном отношении важное значение имело то, что еще до аварии 1957 г. специалисты ФИБ-1 установили, что допустимая суммарная доза для населения от внешнего облучения за первый месяц не должна превышать 100 бэр. В противном случае для здоровья людей создавалась бы критическая ситуация.

Во время эвакуации пострадавших людей вывозили в «чистые районы», обеспечивая их временным жильем и питанием. Загрязненные радиоактивными веществами одежду, обувь, предметы личного обихода, домашний скот, продукты питания уничтожили. По словам очевидцев, все это наносило огромные личные, психологические травмы ничего не понимающим сельским жителям.

Врач А.К. Гуськова, участвовавшая в этих реабилитационных мероприятиях, вспоминала, как со слезами на глазах измеряла дозиметром животы у детей в деревнях, прекрасно осознавая, какое общечеловеческое горе принесла произошедшая радиационная авария²²¹. Очень трудно было уговорить людей переодеться и покинуть свои места жительства, в силу секретности им ничего не сообщалось о радиационной катастрофе и возможных ее последствиях. Когда говорили, что «здесь грязно, и нужно срочно уезжать» никто не воспринимал это всерьез. Убедить деревенских жителей к срочному и безотлагательному переезду и не брать с собой никаких вещей, продовольствия и сельскохозяйственной продукции специалистам²²² удалось с большим трудом²²². Этот этап завершился массовым уничтожением жилых домов, личного имущества, домашнего скота, запасов продуктов и фуража, загрязненных радиоактивными элементами²²³.

Во время экстренной эвакуации первые медицинские осмотры жителей проводили врачи МСО-71 г. Челябинск-40, которые к этому времени являлись уже опытными, хорошо подготовленными специалистами, основательно

²²¹ Ларин В.И. Указ. соч. С.51–55.

²²² Романов Г.Н. Радиационная авария на ПО «Маяк». Практика контрмер, их эффективность и извлеченные уроки//Вопросы радиационной безопасности, 1997. №3. С.8.

²²³ Терновский И.А., Теверовский Е.Н. Изучение радиоэкологических, радиационно-гигиенических и социально-хозяйственных последствий массированного радиоактивного загрязнения больших площадей (1958-1964 гг.). Т.5. Обеспечение радиоактивной защиты населения // Отчет ПО «Маяк». Озерск, 1984. С.9.

осведомленными по вопросам радиационной медицины, так как до аварии они осуществляли контроль за состоянием здоровья работников химкомбината. Жителей пострадавших населенных пунктов осматривали терапевты и невропатологи, а детей - педиатры. Обследование населения включало обязательный полный анализ крови.

Самым важным результатом стало то, что ни один человек из облучившихся не заболел лучевой болезнью. Согласно многократным расчетам средняя доза облучения жителей деревень, находившихся до их переселения на территории радиоактивного следа в течение 7-14 суток, составляла по эффективной дозе максимум 45-120 бэр, а у жителей других населенных пунктов она оказалась еще меньше. Проявлений хронической лучевой болезни не было выявлено ни у одного человека²²⁴.

Вместе с тем, у этих людей, подвергшихся радиоактивному воздействию, обнаружили различные заболевания, полученные ими еще до аварии. Например, у взрослых чаще всего диагностировали атеросклероз мозговых и сердечных сосудов, ишемическую болезнь сердца, гипертонию, бронхит, эмфизему легких, а у детей частые проявления острых респираторных болезней. Эти заболевания зарегистрировали примерно у 47% обследованного взрослого и детского населения²²⁵.

После эвакуации жителей из четырех деревень ввели режим ограничения на остальной, наиболее загрязненной части территории, общей площадью в 200 км² с прекращением здесь любой хозяйственной деятельности. Через месяц на данной территории, где продолжало проживать население, ввели радиационный контроль с целью выявления внешнего и внутреннего облучения и установили предупреждения о запрете употребления загрязненной продукции.

Вторым этапом стала плановая эвакуация населения с территории ВУРСа, которое продолжало здесь жить и потреблять продукты сельскохозяйственного производства, загрязненные радиоактивными веществами. В январе 1958 г.

²²⁴ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11.Оп.1. Д.123. Л.8.

²²⁵ Новоселов В.Н., Толстиков В.С. Атомный след на Урале. С.126.

Минздрав СССР установил для этого населения годовое поступление стронция-90 с пищевым рационом в течение первого года после аварии 1,4 микрокюри в год²²⁶.

Экспертами было определено, что за первый год после аварии население пострадавших районов могло накопить значительную дозу внутреннего облучения только лишь за счет ежедневного потребления местных продуктов питания, а также рыбы и грибов. Поэтому здесь основные запретительные меры коснулись именно сельскохозяйственной продукции. Решено было ввести радиационный контроль за продовольственными и сельскохозяйственными продуктами и изъять их из потребления в случае превышения установленной нормы радиоактивного загрязнения.

Для организации контроля за уровнями загрязнения продовольствия создали сеть из 8 радиологических лабораторий, но они полноценно заработали только через 10-12 месяцев после начала программы реабилитации. За этот период вся загрязненная после аварии сельскохозяйственная продукция была уже использована жителями для внутреннего потребления. С 1958 по 1959 г. радиационный контроль организовали в 50 населенных пунктах на территории ВУРСа. В течение только двух лет (1958-1959 гг.) было осуществлено около 100 тысяч анализов, по результатам которых забраковали и изъяли из употребления более 8500 тонн продукции, в том числе 240 тонн картофеля, 1300 тонн зерна, 61 тонну овощей, 104 тонны мяса и 67 тонн молока²²⁷. Суммарный объем забракованной продукции равнялся годовому запасу продовольствия для 2-3 населенных пунктов. Существенным недостатком такой меры радиационной защиты стала социально-экономическая невозможность замены изъятой продукции на «чистую», что вызывало определенные трудности с организацией питания людей, естественный кризис личных домохозяйств в плане создания запасов продовольствия.

²²⁶ Терновский И.А., Теверовский Е.Н. Указ. соч. С.9.

²²⁷ Романов Г.Н. Указ.соч. С.10–11.

Значительное превышение нормы радиационного фона, а также невозможность замещения изъятого продовольствия на чистое заставили Правительство СССР, Министерство среднего машиностроения и Министерство здравоохранения СССР, исполнительные комитеты Челябинской и Свердловской областей принимать коллегиальные решения о плановом переселении жителей с территории Восточно-Уральского радиоактивного следа.

В течение последующих 250-670 суток после аварии, когда проходила плановая эвакуация населения с территорий, имеющих плотность радиоактивного загрязнения стронцием-90 более 2 кюри на км², переселили 10600 человек из 20 деревень. Здесь также запретили хозяйственную деятельность на территории 106 тысяч гектаров, которую затем огородили и сделали заповедной зоной²²⁸.

Население в результате плановой эвакуации переселили в близлежащие районы Челябинской области, не подвергшиеся радиоактивному загрязнению, с обеспечением людей жильем и денежными компенсациями за нанесенный им ущерб. Прямые государственные расходы на переселение, различные льготы и компенсации жителям составили около 200 миллионов рублей, сумма по тем временам огромная²²⁹. Населенные пункты, покинутые жителями во время экстренной и плановой эвакуации, ликвидировали путем сжигания в безветренную погоду всех строений с последующим их захоронением. Вместе с тем, на территории со средней максимальной плотностью загрязнения до 2 кюри на один км² по стронцию-90 осталось проживать неэвакуированное население. Основными путями его облучения по истечении начального периода стали поступления в организм стронция-90 с пищей, прежде всего за счет потребления молока и картофеля с 60-80% отложением этого радиоизотопа в скелете, костях и красном костном мозге.

Кроме отселения и эвакуации населения, бракеража и изъятия продовольствия на загрязненной радиоактивными веществами территории, одной из важных мер радиационной защиты и сохранения здоровья людей стало

²²⁸ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк».Ф.1.Оп.30.Д.844.Л.111.

²²⁹ Там же. Оп.28. Д.2.Л.63.

введение ограничения на их доступ к хозяйственной деятельности на территории ВУРС, признанной непригодной для проживания. В 1958 году после установления границ загрязнения радиоактивными веществами из хозяйственного пользования в Челябинской области вывели 59 тысяч гектаров земли и в Свердловской области, соответственно, 47 тысяч гектаров, из которых 55% составляли земли сельскохозяйственного назначения. Для того, чтобы не допустить поступления стронция-90 в организм людей и животных, на этих территориях запрещалось сенокошение и выпас скота, сбор грибов и ягод, ловля рыбы, использование древесины на топливо и для гражданского строительства. Чтобы предотвратить свободный доступ неэвакуированного населения на загрязненную территорию была организована санитарно-хозяйственная зона (СОЗ). В эту зону вошла территория с плотностью загрязнения 4 кюри на км² по стронцию-90, площадью около 700 км². Помимо СОЗ на расстоянии 5 километров от нее была образована еще и зона наблюдения²³⁰.

От радиационного техногенного воздействия пострадало не только население, проживающее вблизи химкомбината, но и живая природа. После аварии, весной 1958 г., можно было визуально наблюдать пожелтение хвои сосны и угнетение развития березового леса на территории головной части ВУРСа. В зависимости от дозы облучения в дальнейшем началось частичное, а затем и полное пожелтение хвойных деревьев, приведшее к усыханию их крон и гибели леса. В то же время деревья березы оказались более устойчивыми к радиации, визуальные признаки их повреждений появились только ко второму году после аварии, особенно на наиболее загрязненной территории.

Все эти радиационные эффекты, вызвавшие полную гибель хвойных и частично березовых насаждений, а также повреждение травянистых растений под пологом деревьев, имели своим результатом целый ряд опосредованных негативных последствий и для местного населения. Они проявились в изменении микроклимата, так как в поврежденных радиацией сосново-березовых

²³⁰ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.11.Оп.12.Д.162.Л.17.

насаждениях падающая на поверхность почвы световая энергия увеличилась в 5 раз, а температура воздуха повысилась почти на два градуса²³¹.

Внешнее облучение живой природы стало, в свою очередь, одним из факторов радиационного воздействия на значительную часть растений и животных непосредственно после окончания формирования радиоактивного загрязнения территории ВУРСа. Наличие контактного внешнего облучения вследствие радиоактивного загрязнения среды обитания (поверхность почвы), либо поверхности самого объекта, например, деревьев или травы, стали после аварии одной из особенностей формирования доз облучения людей и животных²³². При проведении реабилитационных мероприятий, медицинского обслуживания пострадавшего населения все это приходилось иметь ввиду, практически учитывать постоянно.

На первом этапе ликвидации последствий аварии 1957 г., в осенне-зимний период проводились работы, направленные на то, чтобы прервать пищевую цепочку: корма – продукция животноводства. Когда наступил весенне-летний период, делалось все возможное, чтобы радиоактивные вещества не попали в организм с новым урожаем. Основными реабилитационными мероприятиями этого этапа стали запахивание почвенных слоев, загрязненных радионуклидами, контроль и бракераж фуража и продуктов питания людей. Уже поздней осенью 1957 года приступили к перепахиванию земель сельскохозяйственного назначения, что позволило в несколько раз снизить дозу внешнего излучения на людей и животных.

Вместе с тем все эти меры нельзя признать во всем эффективными, так как из-за состава выпавшей смеси радионуклидов угроза дозовой внутренней нагрузки на живые организмы уменьшилась незначительно.

Спустя два-три года после образования ВУРСа радиационная обстановка на его территории существенно улучшилась. В 1959 году в результате радиоактивного распада нуклидов в составе выпавшей смеси суммарная бета-

²³¹ Там же. Ф.1.Оп.11.Д.1423.Л.60-63.

²³²Тихомиров Ф.А., Романов Г.Н. Дозы облучения организмов в условиях радиоактивного загрязнения леса// Экологические последствия радиоактивного загрязнения на Южном Урале. М., 1993. С.12–13.

активность сократилась более чем в 5 раз, а из гамма-излучающих нуклидов практически полностью распался церий-95 и большая часть рутения-106, мощность экспозиционной дозы гамма-излучения снизилась почти в 100 раз. К этому времени резко уменьшился ветровой перенос радиоактивных веществ за счет фиксации радионуклидов в почве и их распада.

За первые 30 лет, как свидетельствуют проведенные обследования, суточное поступление стронция-90 в организм населения с пищевым рационом, снизилось более чем в 1200 раз по сравнению с начальным периодом после аварии 1957 года и в 200 раз по сравнению с 1958 г. Все это происходило благодаря сокращению концентрации стронция-90 в молоке и других продуктах питания под действием физико-химических процессов трансформации в почве. В конце 1980-х гг. поступления стронция-90 в организм людей на этих территориях с плотностью загрязнения 1-1,5 кюри/ км² составляло в среднем 3% предела допустимого годового поступления²³³.

Одновременно с изучением радиационно-гигиенической и экологической ситуации, возникшей на территории ВУРС, среди проживающего там населения, медицинские работники проводили лечебно-диагностическую и санитарно-просветительскую работу. Последняя сводилась в основном к пропаганде личной гигиены с целью предупреждения поступлений в организм радионуклидов после бракеража продуктов питания в зависимости от степени их загрязнения выше установленных нормативов.

Во время проведения медицинских обследований у эвакуированного населения, а также у оставшихся людей, проживающих на загрязненной территории от 1 до 1,5 кюри/ км², исследовали такие показатели здоровья, как состояние кроветворения и желудочно-кишечного тракта, инфекционную заболеваемость, общее физическое развитие, детскую смертность и др.

После радиационной аварии 1957 г. в течение первых трех лет медицинские обследования осуществлялись ежегодно, а в более поздние периоды примерно

²³³ Никипелов Б.В., Романов Г.Н., Булдаков Л.А. и др. Радиационная авария на Южном Урале в 1957 году// Атомная энергия, 1989. Т.87. Выпуск 2. С.77.

один раз в 8-10 лет. Результаты обследований населения показали, что за первые три года как у эвакуированного населения, так и у проживающего на территории с плотностью загрязнения до 2 кюри на км², не было выявлено таких специфических проявлений, как лучевая болезнь в различных ее формах, не зафиксировали и случаев неврологических и аллергических изменений. Однако медики установили увеличение случаев инфаркта миокарда, гипертонии и вегетативно-сосудистых расстройств²³⁴.

Наряду с этим, примерно у 20-21% от общего числа обследованных (общее количество их составило более 5 тысяч человек), зафиксировали снижение лейкоцитов в периферической крови, уменьшение числа тромбоцитов, что свидетельствовало об угнетении кроветворной функции красного костного мозга, и редкие неврологические расстройства²³⁵.

В ходе обследований особое внимание обращалось на наиболее показательный и чувствительный медицинский критерий, такой как, например, ранняя детская смертность, которая является важным показателем ухудшающейся радиационной ситуации. Даже на фоне высокой в те годы ранней смертности детей в возрасте до одного года, исследователям ВУРС не удалось выявить отягчающего влияния повышенного облучения на этот показатель.

Особую тревогу вызывали и возможные проявления различных патологий, мутационных изменений у потомства ранее облученных родителей. В целях изучения этих показателей в течение 1980-1989 гг. проводились исследования среди первого и второго поколений людей, подвергшихся техногенному радиационному воздействию, которые не привели к ожидаемым фактическим результатам. К этому времени знаний о радиоактивном воздействии на поколения у отечественных ученых не хватало, так как генетические исследования на тот момент не были столь развиты, а спектр исследований этой проблемы

²³⁴ Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Дегтева М.О., Аксеев А.В. Риск смерти от болезней системы кровообращения в Уральской когорте аварийно-облученного населения за 1950-2015 гг.// Радиационная гигиена. 2019. Т.12. № 1.С.54.

²³⁵ Никипелов Б.В., Романов Г.Н., Булдаков Л.А. и др. Указ. соч. С.79.

увеличился лишь после 1990 г., с ростом числа генетических анализов и накопления базы данных ДНК облученных лиц²³⁶.

Значительное внимание исследователи во всем мире, в том числе в США, уделяли возникновению заболеваемости злокачественными новообразованиями под воздействием радиоактивного воздействия. Однако в освещении этих проблем не наблюдалось единства мнений среди зарубежных и отечественных авторов.

Одни из них утверждали, что на территориях, подверженных радиоактивному загрязнению если и происходит увеличение частоты смертности от злокачественных опухолей, то это во многом обусловлено общими процессами ухудшения экологической обстановки, наблюдаемыми во всем мире, в том числе и в нашей стране. На фоне неблагоприятной ситуации, как считали советские ученые-радиологи, вклад радиации и дозы ионизирующего излучения в онкологических заболеваний незначителен.

Сформировавшиеся уровни излучения вследствие аварии 1957 г., мол, находятся значительно ниже предела дозы в 50 бэр, т.е. фактически не представляющей особой опасности для населения. Согласно полученным данным показатели онкологической смертности населения, проживающего в районе действующего химкомбината «Маяк» и находящегося под влиянием аварийного радиоактивного выброса 1957 г., не отличаются от среднего уровня онкологической смертности в Челябинской и Свердловской областях, в Советском Союзе в целом.

В приведенной ниже таблице 7 содержатся сведения о состоянии смертности от онкологических заболеваний среди населения городов, районов Челябинской области, которые подверглись наибольшему радиационному воздействию, а также в городах и районах, не испытывающих влияние ВУРСа, но расположенных в зоне воздействия и концентрации предприятий черной и цветной металлургии, промышленных карьеров.

²³⁶ Тельнов В.И. Оценка темпа мутирования в половых клетках людей, подвергшихся радиационному воздействию (Обзор литературы и собственные данные) // Вопросы радиационной безопасности. Озерск, 1999. №4. С.59.

Состояние онкологической смертности среди населения в 1970-1980 гг.²³⁷

Число случаев смерти от рака на 100 тысяч человек населения в год	Города и районы Челябинской области	Расположение городов и районов Челябинской области относительно зон техногенного воздействия
100-200	Каслинский, Кунашакский районы, г. Кыштым	Районы, испытывающие наибольшее воздействие ВУРСа и химкомбината «Маяк»
190-200	Агаповский и Красноармейский районы	Районы, не испытывающие влияния ВУРСа, и не расположенные в зоне воздействия предприятий черной и цветной металлургии, промышленных карьеров
210-260	гг. Челябинск, Верхний Уфалей, Карабашский и Сосновский районы	Города и районы не испытывающие влияния ВУРСа, но расположенные в зоне воздействия предприятий черной и цветной металлургии, промышленных карьеров

Из этой таблицы следует, что смертность от злокачественных новообразований была более чем в 2 раза выше в городах и районах Челябинской

²³⁷ Никипелов Б.В., Романов Г.Н., Булдаков Л.А. и др. Радиационная авария на Южном Урале в 1957 году// Атомная энергия, 1989. Т.67. Выпуск 2. С.79.

области, где имелись предприятия черной и цветной металлургии, по сравнению с городами и районами, которые находились в зоне воздействия ВУРСа и деятельности химкомбината «Маяк».

Согласно данным исследователей, конкретно занимающихся проблемами заболеваемости в зоне ВУРСа, за 35 лет наблюдений с 1955 по 1990 гг. на 100 тысяч населения приходилось 350 случаев онкологии. Эти показатели по онкологическим заболеваниям среди пострадавшего населения ВУРСа, как они считают, не превышают соответствующих показателей по России²³⁸.

Еще на рубеже 1980-1990-х гг. было доказано, что на первом месте по количеству смертей среди облученных жителей ВУРСа занимают сердечно-сосудистые заболевания и болезни кровообращения. Количество смертей от болезней кровеносно-сосудистой системы, особенно в связи воздействием на нее радиоизотопа цезия-137, вывело данную форму риска на первое место среди случаев всех смертей облученных жителей пострадавших поселений. В результате радиационных инцидентов на Тече и аварии 1957 года среди кровеносно-сосудистых заболеваний самой распространенной являлась ишемическая болезнь сердца (42%), вторую позицию занял инсульт головного мозга (30%) и третью – атеросклероз мозговых и шейных артерий. Все эти формы заболеваний, как установили ученые-медики, в основном проявлялись в связи с радиационным воздействием и накоплением радионуклидов в мышечной ткани человека²³⁹.

По мнению ряда руководителей Минатома и Минздрава СССР, комплексные меры по ликвидации последствий радиационных аварий на реке Теча и взрыва 1957 г. на химкомбинате, загрязнения озера Карачай и других водоемов в зоне техногенного воздействия химкомбината в целом оказались своевременными и успешными. Прежде всего, это проявилось, как они считают, в восстановлении производственной деятельности плутониевого комбината и

²³⁸ Крестинина Л.Ю., Престон Д., Остроумова Е.В. и др. Смертность от злокачественных новообразований в когорте лиц, облученных на реке Теча: предварительные оценки риска // Бюллетень сибирской медицины. 2005. Т.4. №2. С.52–62.

²³⁹ Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Дегтева М.О., Аклев А.В. Риск смерти от болезней системы кровообращения в Уральской когорте аварийно-облученного населения за 1950-2015 гг.// Радиационная гигиена. 2019. Т.12. № 1. С.54.

жизнедеятельности г. Челябинск-40, а также в предотвращении проявлений детерминированных радиационных эффектов у населения на загрязненной радиоактивными веществами прибрежных районов Течи и территории ВУРСа²⁴⁰.

Однако при таком подходе не учитывается и нередко просто игнорируется то, что радиационные аварии и инциденты на химкомбинате «Маяк» нанесли значительный ущерб не только здоровью людей и экологии, но и экономической и социальной инфраструктуре прилегающих к нему территорий. Из пострадавших районов полностью переселили до 1965 г. жителей из 51 и частично из 10 населенных пунктов, включающих 5704 крестьянских дворов²⁴¹.

Последствиями радиационных аварий стали миграция населения, сокращение его численности, исчезновение сельских населенных пунктов на территориях, оказавшихся в зоне радиоактивного загрязнения, что, естественно, способствовало сокращению числа занятых в аграрном секторе экономики и привело к падению общей культуры сельскохозяйственного производства, одной из важных основ хозяйственной деятельности населения.

Сложное социально-экономическое положение на загрязненных территориях отрицательно отразилось на демографических процессах, для которых характерным стал отрицательный прирост населения, когда показатели смертности превышали показатели рождаемости. Помимо материального урона жителям как отселенным, так и оставшимся жить на пострадавших территориях был нанесен еще и моральный, психологический урон.

Вплоть до начала 1990 г. облученному населению, проживающему на берегах реки Теча, а также на территории ВУРСа, включая лиц с ярко выраженными заболеваниями, не предусматривались какие-либо социальные льготы, компенсации за нанесенный ущерб их здоровью, что способствовало росту недовольства среди людей, проявлению обид на органы государственной власти.

²⁴⁰ Итоги изучения и опыт ликвидации последствий аварийного загрязнения территории продуктами деления урана/ под ред. А. И. Бурназяна. М., 1990. С.20.

²⁴¹ Проблемы экологии Южного Урала // Ежеквартальный научно-практический журнал. 1997. №2. С.19.

В СССР, в отличие от других ядерных стран, длительное время отсутствовало и правовое регулирование в области использования атомной энергии. В США, например, закон «Об атомной энергии» был принят еще в 1946 г., а в Великобритании закон «О радиационной защите» - в 1971 г. В соответствии с законодательными актами пострадавшее население в этих странах оказалось защищенным в правовом и социальном плане.

Авария на Чернобыльской АЭС, ставшая крупнейшей техногенной катастрофой двадцатого века, стала сильнейшим толчком к осознанию опасности радиационного воздействия на население и природную среду. После этого руководство РФ стало обращать более серьезное внимание на проблемы правовой защиты пострадавших от радиации, реабилитацию загрязненных территорий и помощи людям.

В Российской Федерации в 1991 г. приняли закон «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС»²⁴². Он стал первым правовым актом, позволившим поставить вопрос о необходимости обеспечения такой же социальной защиты граждан, пострадавших от радиации, вследствие многолетней деятельности производственного объединения «Маяк», техногенных аварий и инцидентов, произошедших на этом ядерном комплексе.

Наконец, после целого ряда согласований и уточнений в различных ведомствах, в 1993 г. было принято два нормативных акта: в марте постановление Совета Министров «О порядке предоставления компенсаций и льгот лицам, пострадавшим от радиационных воздействий»²⁴³, а в мае закон РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии 1957 г. на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в

²⁴² Закон РФ от 15.05.1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/185213> (дата обращения: 25.01.2023).

²⁴³ Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 30.03.1993 г. № 253 «О порядке предоставления компенсаций и льгот лицам, пострадавшим от радиационных воздействий» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/103312> (дата обращения: 25.01.2023).

реку Теча»²⁴⁴. Таким образом, только через несколько десятилетий со времени произошедших радиационных катастроф на Урале социальная справедливость, отчасти, восторжествовала.

Ввод в действие атомных предприятий в США, а затем и в Советском Союзе, привел к значительному увеличению техногенного, радиационного воздействия на окружающую среду и население, проживающее на территории, прилегающей к ядерным объектам. Однако масштабы этого воздействия, социально-экологические последствия для природы и человека в США и СССР, приступивших к освоению атомной энергии, в силу различных причин и условий, оказались несколько разными.

Американские ученые и специалисты разработали относительно безопасные для человека и природной среды технологии получения и хранения ядерных материалов. Более продуманными, весьма удачными оказались в США и места дислокации ядерных комплексов Хэнфорда и Ок-Риджа, которые во многом способствовали нивелированию техногенной нагрузки на окружающую среду. Вследствие этих и других факторов в истории американской атомной промышленности практически не случалось серьезных ядерных аварий и инцидентов, которые привели бы к переоблучению производственного персонала и местного населения, загрязнению окружающей среды радиоактивными веществами.

Вместе с тем, выбросы радиоактивных газов в атмосферу с плутониевого комплекса Хэнфорда, которые власти США длительное время скрывали от общественности, оказали вредное влияние, по оценкам американских специалистов, на здоровье людей. Немало сложных проблем возникло здесь и с хранением жидких радиоактивных отходов.

В Советском Союзе, несмотря на то, что первые атомные предприятия конструировались и строились во многом по аналогии с американскими, недостаточная научная разработка многих производственных и технологических

²⁴⁴ Закон РФ от 20.05.1993 г. № 4995-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/10108858> (дата обращения: 25.01.2023).

процессов, невероятная спешка, отсутствие знаний и определенная недооценка радиации стали одними из причин эскалации их техногенной нагрузки на человека и природу. Нерешенность проблем по безопасному хранению и переработке радиоактивных отходов обусловили крупные радиационные инциденты и аварии на химкомбинате «Маяк», загрязнение радиоактивными веществами речной системы Теча-Исеть-Тобол-Обь, взрыв хранилища радиоактивных отходов в 1957 г. и ветровой перенос техногенных радионуклидов с обсохшей береговой полосы озера Карачай в 1967 г.

Сбросы радиоактивных отходов в открытые водоемы и авария 1957 г. оказали значительное влияние на здоровье населения, проживающего на территориях в зоне их поражения. Облучение людей здесь было обусловлено как внешним, так и внутренним радиационным воздействием за счет потребления речной воды и продуктов питания местного производства.

После радиационной аварии 1957 г. медицинские работники, опираясь на ранее накопленный опыт по оказанию помощи населению прибрежных районов Течи и Исети, действовали более профессионально и оперативно. Проводя массовые осмотры и наблюдения пострадавших в зоне ВУРСа, медики проявляли не только профессиональное отношение к своему делу, но и настоящий героизм, рискуя порой и собственным здоровьем. Благодаря медицинским работникам удалось избежать возникновения некоторых побочных заболеваний, панических настроений среди пострадавшего населения, успешно провести эвакуационные мероприятия.

Многие предложения медицинских работников легли в основу целого ряда мероприятий по снижению отрицательного радиационного воздействия на жителей пострадавших территорий. Среди них такие, как: научно обоснованная, допустимая доза облучения, экстренная и плановая эвакуация населения, бракераж продовольствия, введение санитарно-защитных зон, систематическое обследование здоровья людей на берегах реки Теча и ВУРСа. Все это позволило со временем накопить солидную базу данных, создать более эффективную систему медицинской и социальной помощи населению.

ГЛАВА 3. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ В США И СССР.

3.1. Исследования ученых в области радиобиологии и радиэкологии

Сначала в США, а затем и в СССР, функционирование первых плутониевых предприятий привело к появлению целого ряда новых, более сложных проблем, которые невозможно было решить с помощью радиационной медицины. Требовался глубокий научный подход, специальные знания, чтобы на молекулярном и клеточном уровне изучать поведение радиоизотопов, их воздействие на живые организмы, причем за длительный период времени.

Исследования в области ядерной медицины в США и СССР постепенно приобрели совершенно разный вектор развития. Американские специализированные научно-исследовательские центры, используя свои достижения в области атомной медицины, генетики и биофизики, стали активно разрабатывать, по сути, антигуманные медицинские программы, преследуя нередко коммерческие цели.

Реализовав Манхэттенский проект, США, воспользовавшись своим преимуществом в ядерных исследованиях, с целью получения прибыли, активно навязывали другим странам созданные ими технологии, методы лечения на основе применения радиоизотопов. В этом участвовали многие научно-исследовательские центры атомной отрасли, в том числе и Медицинский отдел Манхэттенского проекта, перешедший к тому времени под кураторство Комиссии по атомной энергии США (АЕС). Американские медицинские разработки тогда с готовностью приобретали крупные европейские государства, которые создавали свои ядерно-химические и биологические лаборатории военного назначения²⁴⁵.

В 1945 г., в результате слияния трех исследовательских лабораторий Чикагского, Колумбийского и Калифорнийского университетов в единый комплекс, возник Институт радиобиологии и биофизики (IRB)²⁴⁶. С 1946 г. он

²⁴⁵ Soraya de Chadarevian Designs for life: Molecular Biology after World War II. Cambridge, 2002. P.2.

²⁴⁶ Phillip R. Sloan Molecularizing Chicago - 1945-1965: The Rise, Fall and Rebirth of the University of Chicago Biophysics Program. Historical Studies in the Natural Sciences. 2014. Vol. 44, No. 4. P. 364.

начал сотрудничать с АЕС, которая поставляла ему радиоизотопы для медицинских и биологических исследований. Испытывая постоянные проблемы с финансированием, специалисты Института (IRB) активно участвовали в военных программах США.

Они проводились в основном в нескольких перспективных направлениях: исследование радиоизотопных индикаторов и проведение экспериментов с ними на людях, изучение генетики вирусов и биохимии нуклеиновых кислот с целью разработки медико-биологического и бактериологического оружия²⁴⁷. В число проектов Института вошли как результаты предыдущей работы Медицинского отдела Манхэттенского проекта, так и последующие исследования, в частности, Чикагского института радиологии.

Одним из первых стал проект «Radiation War (RW)» («Радиационная война»), разработанный Робертом Стоуном и Джозефом Гамильтоном. Позднее этот проект они продолжили, работая в составе Института радиобиологии и биофизики, целью которого являлось использование продуктов деления урана и плутония в качестве оружия.

Джозеф Гамильтон, в частности, предложил распылять радиоизотопы с самолетов, с тем, чтобы заразить до опасных пределов территории целых мегаполисов. Данный эксперимент предполагалось осуществить в 1946 г. с помощью радиоактивного стронция, при этом радиологи особое внимание уделяли заражению жизнеобеспечивающих объектов – систем водоснабжения, водохранилищ и продуктов питания²⁴⁸. Этот эксперимент не был осуществлен, так как не нашел поддержки среди известных ученых, ранее работавших над Манхэттенским проектом, чье мнение являлось в тот момент авторитетным. Например, физики-ядерщики Роберт Оппенгеймер и Энрико Ферми в заключении об этой программе утверждали, что использование радиоактивного стронция для отравления пищевых продуктов невозможно, так как загрязненная стронцием-90 пища не убьет предполагаемые полмиллиона человек, а фактическое число

²⁴⁷ Phillip R. Sloan Указ. соч. P.380.

²⁴⁸ Welsome E. Указ.соч. P.46.

пострадавших будет гораздо меньше из-за неравномерного распределения вещества среди общего количества пораженных лиц²⁴⁹.

Деятельность Института (IRB) также спонсировалась за счет программ по разработке медико-биологического и бактериологического оружия в лабораториях бывшего Манхэттенского проекта, таких как Лос-Аламосская лаборатория. Радиобиологический центр института под руководством биолога Реймонда Зиркла занимался исследованиями вирусов и их генетики, которые легли в основу создания биологического оружия массового поражения населения. Работы, проводимые здесь с 1953 г. по секретной программе «Биологические эффекты радиации», втайне от Конгресса США, спонсировали восемь военно-промышленных корпораций.

Микробиологические и генетические исследования с использованием бактерий и вирусов вели два ученых-биолога Лео Силард и Аарон Новик, которые сначала являлись рьяными противниками радиационного оружия, разрабатываемого их коллегами. Однако, щедрое финансирование и заинтересованность со стороны военных втянуло и их в работу по созданию экспериментальных образцов вирусов, способных поражать население целых городов и стран. Эти ученые занимались выведением различных генетических штаммов бактерий, зачастую беря их из разных видов животных и скрещивая между собой, тем самым создавали новые, особо опасные вирусы. В течение одного года радиобиологическая лаборатория создала новые виды пневмококков (возбудителей менингита, отита, синусита и внебольничной пневмонии) и кишечной палочки (возбудителя острой кишечной инфекции)²⁵⁰.

Антигуманный характер этих экспериментов ученые США продемонстрировали в 1953 г. в результате апробации новых искусственных вирусов, причем на своем гражданском населении. Для моделирования атаки биологического оружия тогда распылили большое количество бактерий «*Serratia marcescens*» над г.Сан-Франциско во время осуществления проекта под названием

²⁴⁹ Smyth, Henry De Wolf. Atomic Energy for Military Purposes. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1945. P. 150.

²⁵⁰ Phillip R. Sloan Указ.соч. pp. 364–412.

«Operation Sea-Spray». Причем испытателей больше интересовало не здоровье людей, а скорость ветра, с которой распространяется вирус, время, за которое он может достичь другие территории, насколько уязвим город в период эпидемии и т.д. Многие люди тогда заразились заболеваниями, напоминающими пневмонию, в результате, как минимум, один человек умер. Семья умершего подала в суд на правительство за грубую халатность, но федеральный судья вынес решение в пользу правительства²⁵¹.

Известно, что в 1955 г. ЦРУ провело эксперимент по вероятной биологической войне недалеко от Флориды с вирусом коклюша, в результате действия которого число заболеваний возросло до 1000 случаев, увеличилось и число смертей от коклюша в этом штате по сравнению с предыдущим годом²⁵².

В 1966 г. США запустили бактерии «*Bacillus globigii*» в туннели метро Нью-Йорка в рамках полевого эксперимента под названием «Исследование уязвимости пассажиров метро в Нью-Йорке для скрытого нападения с применением биологических агентов»²⁵³. Ученые - радиобиологи, создавшие эти опасные и смертоносные вирусы, потом сообщали о результатах своих исследований на различных конференциях, делая акцент преимущественно на видовом разнообразии вирусов, а не на применении их разработок по отношению к гражданскому населению, обозначая тем самым секретность проводимых испытаний²⁵⁴.

Одной из программ Института радиобиологии и биофизики стали медицинские эксперименты с использованием радиоактивных веществ, проведенных на людях с 1947 по 1974 гг., якобы, с целью «спасения человеческих жизней», при финансовой поддержке Министерства обороны США. Проводились они в различных университетах, больницах и госучреждениях как военные эксперименты для более четкого понимания воздействия радиации на человека.

²⁵¹ Department of Defense Report on Search for Human Radiation Experiment Records. Vol. 2.: 1944-1994. Department of Defense, June 1997. P.23–24.

²⁵² Там же. P. 37.

²⁵³ Did J. Marion Sims Deliberately Addict His First Fistula Patients to Opium? Research Gate. November 1, 2017. P.15–16.

²⁵⁴ Phillip R.Sloan Указ. соч. P. 380.

На международной конференции по раку в Сент-Луисе в 1947 г. комиссия АЕС анонсировала, что сделает радиоизотопы бесплатными для исследований и лечения рака, что дало резкий старт развертыванию в США медицинских антигуманных экспериментов на живых людях²⁵⁵. Такими исследованиями занимались Манхэттенская районная больница в г. Ок-Ридже, клиника Калифорнийского университета в Сан-Франциско и медицинский колледж в Лос-Аламосе на специфичных группах американского общества: детях, безнадежных больных, военнослужащих, заключенных, представителях расовых меньшинств и пр.²⁵⁶. С этической точки зрения, американские специалисты не проводили такие исследования на здоровых людях, опасаясь впоследствии возбуждения ими уголовных дел, судебных штрафов за причиненный моральный ущерб. Поэтому в основном сделали выбор в отношении тех людей, чьи дни были уже сочтены.

В 1947 г. крупный специалист в области радиологии Стаффорд Уоррен, принимавший до этого участие в изучении последствий бомбардировок Хиросимы и Нагасаки и испытаний атомного оружия на Маршалловых островах, в рамках работы АЕС запустил программу «клинических тестирований» радиоизотопов на людях²⁵⁷. Эта программа предусматривала проведение радиационных инъекций в больницах без согласия пациентов, требовалось только письменное разрешение двух лечащих врачей, задействованных в программе. Пациенту в больнице объясняли, что эти «уколы» назначаются с целью коррекции терапии, направленной на улучшение физического состояния, его информировали о характере лечения и возможных последствиях. Получив устное согласие пациента, врачи проводили на нем курс радиационной «терапии»²⁵⁸.

В ходе таких экспериментов самыми бесчеловечными оказались опыты на 829 беременных женщинах, проведенные в 1947-1949 гг., с использованием радиоактивного железа с целью изучения его воздействия на плаценту плода.

²⁵⁵ Phillip R.Sloan Указ. соч. P.369.

²⁵⁶ Пешкова К.В. Медицинские радиационные эксперименты в США (начало 1930 - середина 1970-х гг.) // Genesis: исторические исследования. 2021. № 9. С. 13–28. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=34543. (дата обращения: 21.09.2021).

²⁵⁷ Welsome E. Указ.соч. P.76.

²⁵⁸ Goliszek A. In The Name of Science. New York, 2003.P.132–134.

Специалистов проекта интересовал процесс внутреннего облучения и последствия развития рожденных после этого детей²⁵⁹. Подобный эксперимент реализовали в 1949-1953гг. с помощью радиационных инъекций урана-235 на пациентах, находящихся в коме. Потом изучали его воздействие на почки и процесс заболевания хроническим пиелонефритом²⁶⁰. В этот же период испытаниям с радиоактивным йодом подверглись и 28 новорожденных детей, у которых выявляли восприимчивость щитовидной железы к поглощению йода. В дальнейшем у многих из них в зрелом возрасте сформировались различные эндокринные нарушения²⁶¹.

В период 1955-1960 гг. проводились испытания и на 1400 детях с церебральным параличом в специализированной больнице г. Сонома, на которых врачи клиники провели болезненный опыт под названием пневмоэнцефалограмма, когда воздух вводился в мозг под действием рентгеновских лучей. В процессе этой ужасной процедуры через прокол из детского спинного мозга вытягивалась спинномозговая жидкость, и вместо нее туда попадал радиоактивный газ, вызывая чрезвычайно болезненные мучения. Кроме того, за пять лет мозг каждого ребенка с церебральным параличом, умершего в клинике г. Сонома, был удален и изучен без согласия родителей. В результате этих «испытаний» умерли 1100 из 1400 маленьких пациентов²⁶².

Только за период 1950-1960 гг. в США было проведено 425 исследований по облучению человека различными радиоизотопами, в результате которых радиационным испытаниям подверглось порядка 16 000 человек, включая детей²⁶³.

²⁵⁹ Archives U.S. Atomic Energy Commission Minutes of Commissioners Executive Session 74 – 29 May 13, 1974. // DOE: F.RG.326. box.3738.folder.3.P.2.

²⁶⁰ Proposed Medical Research Program-1946 to 1947. // DOE: F.RHTG.72984. box.603. folder.707065. P.35.

²⁶¹ Weiss E.R. Human Radiation Experiments: The Department of Energy Roadmap to the Story and the Records ("The DOE Roadmap"). S. Department of Energy Assistant Secretary for Environment, Safety and Health Washington, D.C. July 1995. P.140.

²⁶² Mabrey V. A Dark Chapter in Medical History: On Experiments Done On Institutionalized Children. Cbsnews. 09.02.2005. URL: <https://www.cbsnews.com/news/a-dark-chapter-in-medical-history-09-02-2005/> (дата обращения: 29.03.2020)

²⁶³ DOE.F.RG.326. box.3738. folder.3. P.2.

Многие специалисты оценивали эти эксперименты в США неоднозначно, зачастую двойко. Одни считали их антигуманными медицинскими испытаниями на живых людях, а другие утверждали, что они способствовали значительному прогрессу в понимании механизмов работы человеческого организма в условиях радиационных воздействий, в частности - внутреннего облучения, и расширили, таким образом, возможности специалистов по диагностике и лечению радиационных заболеваний.

В Советском Союзе еще до ввода в эксплуатацию первых плутониевых объектов на химкомбинате «Маяк», стали формироваться специальные научные учреждения, основной задачей которых являлось изучение последствий радиоактивного воздействия на здоровье людей и природу²⁶⁴. В соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 24 октября 1947 г. недалеко от уральского г. Касли Челябинской области создается секретная Лаборатория «Б»²⁶⁵. На лабораторию возлагались задачи по изучению способов биологической очистки загрязненных радиацией сточных вод, переработке и захоронению радиоактивных отходов, исследованию патологического воздействия радиации на живые организмы и окружающую среду. Первоначально эта лаборатория подчинялась НКВД, а с 1948 г. перешла под руководство Первого Главного управления при СМ СССР. Финансирование ее основной деятельности производилось за счет государственного бюджета через отделение Госбанка г. Касли, в котором этот секретный объект имел отдельный расчетный счет.²⁶⁶

В деятельности Лаборатории «Б» выделялось два направления: радиохимическое и радиобиологическое, исходя из этого, здесь были созданы и соответствующие отделы, возглавляемые крупными учеными. Радиобиологический отдел на озере Сунгуль Челябинской области возглавил Н. В. Тимофеев-Ресовский, а радиохимический отдел – С.А. Вознесенский. В 1948г. в Лаборатории «Б» заработали еще четыре отдела: радио-физиологический

²⁶⁴Видные отечественные ученые в области радиобиологии, радиационной медицины и безопасности (Библиографический справочник)// под общ. ред. Л.А. Ильина, А.С. Самойлова, И.Б. Ушакова. М., 2021. С.4.

²⁶⁵ Атомный проект СССР: документы и материалы... Т. 2. Кн. 1. С.171.

²⁶⁶ Атомный проект СССР: документы и материалы... Т. 2. Кн. 3. С.358.

и генетико-цитологический в составе радиобиологической лаборатории, отдел синтеза смолы и лаборатория физической химии, занимающиеся радиохимическими вопросами. Всего в лаборатории «Б» работало 145 сотрудников, в числе которых было 30 немецких специалистов.²⁶⁷

Основные проблемы, которыми занимался радиобиологический отдел, во многом схожи с деятельностью биофизической лаборатории Калифорнийского университета, известной еще в 1930-е гг. Радиобиологические эксперименты в Лаборатории «Б» проводились на животных, растениях и микроорганизмах. Исследовательская работа в области радиобиологии велась по четырем основным направлениям:

- 1) Распределение и токсикология радиоактивных изотопов различных химических элементов, вводимых разными путями в организм животного, и исследование путей выведения радиоактивного продукта из организма животного.
- 2) Исследования реакций животных и растительных клеток на облучение, изучение защитных действий живых организмов от излучателей.
- 3) Изучение действия слабых доз излучения на рост и развитие живых организмов, на урожай культурных растений.
- 4) Анализ токсикологического воздействия радиоактивных веществ, вводимых в почвы, грунты и пресноводные водоемы²⁶⁸.

Токсикологические исследования в Лаборатории «Б» проводил радио-патологический отдел, который возглавлял Ю.И. Москалев. Здесь экспериментировали с плутонием при его ингаляционном воздействии, попадании на кожу животных и их кормлении едой с примесью продуктов распада. Это были очень серьезные перспективные исследования, осуществляемые с одной целью – найти наиболее эффективные способы защиты и борьбы с выявляемыми радиационными патологиями. Советские ученые пришли к тем же выводам, к которым ранее пришли американцы, что радиоактивное облучение пагубно

²⁶⁷ Атомный проект СССР: документы и материалы... Т. 2. Кн. 3. С.344–345.

²⁶⁸ Емельянов Б. М., Гаврильченко В. С. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен. Снежинск, 2000. С.146–147.

влияет на кроветворную систему живых организмов. В поиске способов ослабления вредного влияния радиоактивности большое внимание уделялось применению специальных дезактивационных средств для ускорения выведения радионуклидов из организмов.

Изучением клеточных реакций на радиоактивное излучение, генетическими исследованиями новых поколений животных, подвергшихся облучению, и экологическими экспериментами с распределением радионуклидов в различных слоях почвы занимался биофизический отдел под руководством Н.В. Тимофеева-Ресовского. Под его началом трудилось 15 научных сотрудников, в том числе немецкие специалисты: биофизик-дозиметрист Карл Гюнтер Циммер, опытный радиохимик Ганс Иоахим Борн и генетик, радиобиолог Александр Зигфрид Кач. Все они до этого работали в Германии, в Берлинском институте биофизики и генетики – первом центре генетических исследований в Европе²⁶⁹. Во владении лаборатории имелись 8 опытных прудов для изучения влияния радиации на водные организмы, специальное оборудование для селекционных опытов с растениями и опытно-экспериментальные площади около 3 га для проведения радиационных опытов с почвой. Основное оборудование и приборы (электронный и настольные микроскопы новейших моделей, спектрограф) для отдела Н.В. Тимофеева-Ресовского были вывезены из немецкого института генетики и биофизики Берлин-Буха. В лаборатории под его руководством проводились эксперименты по облучению лабораторных животных, введению радиоактивных продуктов вовнутрь их организмов, оценивались степень повреждения различных органов и время выведения радиоактивных продуктов, а также генетические исследования клеток на хромосомные повреждения²⁷⁰.

Сотрудники Лаборатории «Б» также занимались бактериологическими исследованиями. В 1949 г. немецкие специалисты, под руководством доктора Р. Менке, успешно провели экспериментальные исследования влияния радиации на простые организмы – одноклеточные бактерии. Для специалистов это было

²⁶⁹ Завенягин А.П. Страницы жизни. М., 2002. С.75.

²⁷⁰ Кузнецов В.Н. Атомные ЗАТО Урала: история и современность. Часть 1. Советский период. Екатеринбург, 2015. С.60.

одно из значимых исследований, открывающих новое направление цитогенетических исследований, нашедших применение в генетике. Радиобиологам стало ясно, что одними физическими методами оценить ущерб, наносимый радиоактивными частицами, невозможно, и требуются передовые биологические исследования по изучению повреждений ДНК и ее восстановлению, так как решающую роль в сохранении здоровья природы и людей они видели в здоровье живой клетки и ее способности восстанавливаться от лучевых повреждений. Поэтому эксперименты на бактериях открыли для них новое направление исследований. Этими вопросами и занялась группа немецких докторов Менке, Ринтелен, Хохорст, Пани и Фукс, где в экспериментах на мушках дрозофилах они установили, что их ДНК клетки способна репарировать лучевые повреждения²⁷¹. Полученные знания оказались передовыми для 1940-1950 годов советского времени, так как на основании проведенных ими опытов они доказали, что изменения, вызванные ионизирующим излучением в структуре молекул ДНК, влекут за собой в облученных клетках организмов изменения обмена веществ, нарушая тем самым процесс метаболизма во всем теле²⁷². В наибольшей степени, как показали ученые, от радиации страдали строительные белки клеток и энергетические митохондрии²⁷³.

Важные научные результаты были получены в Лаборатории «Б» талантливым, молодым отечественным ученым Н. В. Лучником, который в 1951 году обнаружил неизвестное ранее явление, показывающее, что поврежденные хромосомы клеток способны восстанавливаться после первичных радиационных повреждений.²⁷⁴ Исходя из этого, он установил, что эта способность клеток постепенно снижала вероятность смерти от радиации у последующих поколений, что подтвердилось потом на практике. Как оказалось, первое поколение животных умирало от полученных доз облучения в раннем возрасте, а

²⁷¹ Красавин Е.А., Говорун Р.Д. Радиобиологические исследования в ОИЯИ // материалы Сунгульской конференции 24-26 августа 2000 г. Снежинск, 2000. С.2.

²⁷² Тимофеев-Ресовский Н.В., Савич А. В., Шальнов М. И. Введение в молекулярную радиобиологию: Физико-химические основы. М.: Медицина, 1981. С.167.

²⁷³ Там же. С.177–178.

²⁷⁴ Емельянов Б. М., Гаврильченко В. С. Указ.соч. С.150.

последующие второе и третье поколения уже исключали такую тенденцию в силу адаптации их клеток к радиационному воздействию, и это позволяло им выживать в условиях повышенного радиоактивного фона. Тогда же Н. В. Лучник начал поиск веществ, при введении которых незадолго до облучения уменьшалась смертность облученных животных. Вскоре после этого он обнаружил, что экстракты, приготовленные определенным способом из дрожжей, уменьшают смертность животных после облучения, что было особенно важным открытием в складывающейся радиационной ситуации на Урале. Борьбе с патогенными воздействиями облучения с помощью защитных веществ уделяли серьезное внимание также Д. И. Семенов, Ю. И. Москалев, А. З. Кач и И. П. Трегубенко.

Еще одной задачей, выполняемой Лабораторией «Б», было изучение поведения радиоактивных веществ в различных компонентах биосферы и оценка воздействия ионизирующих излучений на живые организмы. При этом работы проводились как с наземными обитателями (животными, рыбами, растениями, грибами, микроорганизмами), так и с пресными водоемами. Это направление стало особенно актуальным в связи с развитием атомной промышленности на Южном Урале. Сотрудниками лаборатории осуществлялись опыты по изучению распределения в водоемах ряда продуктов полураспада плутония и их концентрация в грунтах и живых организмах, где наибольшую тревогу вызывали долгоживущие цезий-137 и стронций-90, имеющие наиболее долгий период полураспада. Лабораторные опыты на водоемах показали, что вода, в указанных водных системах, постепенно дезактивируется за счет перехода этих излучателей в грунт и водные организмы, а после отмирания последних — в донные отложения, которые имели наибольшую концентрацию радиоактивности.

В Лаборатории «Б» проводились передовые для своего времени исследования в области экспериментальной радиационной биологии, цитогенетики, радиационной медицины, биологических и химических методов дезактивации, создания новейших средств защиты от облучений, разработке радиобиологических основ дозиметрии и производства радиоизотопов и др. Именно здесь зародились основы отечественных направлений радиобиологии,

радиоэкологии и токсикологии радиоактивных веществ. Кроме того, был создан ряд разработок, зарегистрированных в качестве практических изобретений. Лаборатория «Б» функционировала до 1954 г., затем, после отъезда Н.В. Тимофеева-Ресовского в Свердловск и, далее, в Обнинск, ее расформировали, а часть ее работников перевели в Филиал института биофизики №1 (ФИБ-1) в г. Челябинск-40²⁷⁵.

Сотрудникам бывшей Лаборатории «Б» необходимо было решать уже неотложные задачи, связанные непосредственно с производством, экологической ситуацией вблизи действующего атомного предприятия, изучением токсикологии радиоактивных веществ и их воздействием на здоровье производственного персонала.

ФИБ-1, созданный в мае 1953 г., сначала находился в подчинении Академии медицинских наук, а затем – Министерства здравоохранения СССР. Первоначально в его состав входили четыре отдела: клинический, занимающийся проблемами здоровья атомщиков, включающий помимо всего стационар на 80 коек; токсикологический, переведенный из Лаборатории «Б»; радиобиологический, изучающие воздействие радиации на биологические системы, и радиационной гигиены, осуществляющий разработку методов радиационной безопасности на производстве и контроль экологической обстановки вблизи ядерного предприятия. В таком составе ФИБ-1 существовал примерно до 1956 г., имея научно-практический штат из 92 человек²⁷⁶.

Необходимость организации этого филиала объяснялась, во-первых, потребностью защиты производственного персонала от облучения, а во-вторых - сохранением их здоровья и поиском методов лечения радиационных заболеваний. До начала 1950-х гг. врачи Челябинска-40 не могли точно установить выявляемые радиационные диагнозы у пораженных радиацией атомщиков ввиду отсутствия знаний о природе таких заболеваний и различных формах их проявлений. Даже в клинике Института биофизики г. Москвы, куда отправляли с комбината № 817

²⁷⁵ Воспоминания эпидемиолога, д.м.н. Н. А. Кошурниковой // личный архив автора.

²⁷⁶ ГФ НТД ФГУП ПО Маяк. Ф.16.Оп.1.Ед.хр.1.Д.19-Б. Л. 1–4.

особо тяжело больных, многим из них ставили диагноз «абациллярный (т.е. без наличия палочки) туберкулез»²⁷⁷. Только позже врачи ФИБ-1 поняли, что эти неявные симптомы туберкулеза есть проявление гораздо более опасного и смертельного заболевания – плутониевого пневмосклероза, а часто возникающую лучевую болезнь, развивающуюся в условиях превышения допустимых доз облучения, сначала принимали за простое пищевое отравление. Помимо этого, практически ежемесячно выявлялись пациенты с различными заболеваниями кровеносной системы: лейкопенией, тромбопенией, лимфопенией, что свидетельствовало о малокровии и являлось первым признаком хронической лучевой болезни.

Знания отечественных специалистов о лучевой болезни формировались на основе личного практического опыта, а также за счет изучения поступающей иностранной литературы, которую через ПГУ доставляли в ФИБ-1 и Лабораторию «Б» по специальным информационным каналам из Америки, Японии и Германии. Врачи ФИБ-1, совершенствуя свои знания об уже открытых формах лучевой болезни, в 1950 г. познакомились с трудами Л. Гимпельмана об «остром лучевом синдроме» у жителей Хиросимы и Нагасаки, книгой немецкого профессора Шеффера «Рентгеновские лучи и нервная система», отчетом Г.Д. Смита, монографией П. Жено «Защита от радиоактивных элементов» и др., которые ежегодно поступали в их научную медицинскую библиотеку. Чаще всего эти работы содержали описание лишь единичных случаев переоблучений отдельных людей или профессиональных групп рентгенологов, красильщиц радиевых циферблатов, добытчиков урановой руды, в течение длительного времени работающих в неблагоприятных условиях повышенного радиоактивного фона. Трудно было свести это многообразие ситуаций и клинических форм проявления радиационных заболеваний в какую-либо логически выстроенную структуру, классифицировать эти болезни, понять, почему те или иные формы заболеваний отличаются по симптоматике в зависимости от полученной дозы,

²⁷⁷ Черников В. Особое поколение. Часть 1. Челябинск, 2008. С.276.

почему одни клинические формы постепенно уступают место другим с присущими им исходами и остаточными явлениями²⁷⁸.

На протяжении почти 20 лет клинический отдел ФИБ-1 занимался поиском методов лечения лучевой болезни атомщиков. Наиболее эффективными из них на начальных этапах стало выявление переоблучений у работников ПО «Маяк» и перевод их в «чистые условия», что значительно снижало уровень радиационного воздействия и способствовало восстановлению организма после облучений. Однако впоследствии одного этого метода было недостаточно, чтобы излечить больных от радиации. Оказалось, что на усугубление заболеваний мог влиять возраст человека, хронический стресс, общее снижение жизненной энергетике организма. Эти факторы требовали поиска новых средств лечения. Стало понятно, что радиация влияет на многие органы человека, но больше всего от нее страдает человеческая клетка – структурный элемент строения всех органов и тканей. Поэтому специалисты ФИБ-1 начали масштабный поиск лекарств от лучевой болезни. Первоначально медики применяли в лечении переоблученных кормление их красной икрой, богатой аминокислотами, что способствовало восстановлению клеток после облучения²⁷⁹. Только через 20 лет после установления первого лучевого заболевания на ПО «Маяк» было найдено эффективное вещество, способное восстанавливать клетки организма. Сотрудники клинического отдела, кандидаты медицинских наук В.А. Шалагинов и В.С. Пестерникова, на основании длительных наблюдений и поисков за угнетением радиацией кроветворной функции красного костного мозга, разработали и запатентовали препарат «Деринат», содержащий в себе дезоксирибонуклеиновые кислоты, помогающий восстанавливаться после облучения, а также вирусных и бактериальных заболеваний²⁸⁰. Сегодня этот препарат назначают больным хронической лучевой болезнью, также его свободно

²⁷⁸ ГФ НТД ФГУП ПО Маяк. Ф.15.Оп.1. Д.1. Л.128.

²⁷⁹ Дощенко В. Н. Озерск – моя вторая родина // Камертон. 14-20 февраля 2003. №6. С.6–7.

²⁸⁰ Деринат// Справочник лекарственных средств. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vidal.ru/drugs/derinat> 2918 (дата обращения: 01.02.2022).

отпускают в аптеках для профилактики вирусных инфекций²⁸¹. Позднее, в повсеместную практику лечения лучевой болезни вошло переливание крови и пересадка красного костного мозга, которые служат основными гематологическими операциями для излечения человека от этого недуга.

Специалисты клинического отдела ФИБ-1 успешно разработали и внедрили метод офтальмологического обследования глаз атомщиков. При первом проведенном обследовании 838 работников основных заводов ПО «Маяк» были установлены ранние изменения преломляющих сред глаза, особенно у подвергшихся сочетанному внешнему γ - и внутреннему α -облучению от плутония-239. В результате сделан вывод о том, что инволюционная катаракта (ИК) выявляется на 6 лет раньше у работников плутониевого производства, чем у других специалистов²⁸².

Важным достижением ученых ФИБ-1 также стало изучение клиники, патогенеза и дозовой зависимости заболевания пневмосклерозом, определение степеней его развития.

На протяжении всей своей деятельности клинический отдел ФИБ-1 выполнял главную врачебную задачу - сохранение здоровья людей, поддержание их жизни и дальнейшего благополучия. Многие пациенты после перенесенных заболеваний восстанавливали дееспособность в 90% случаев, а безнадежным больным врачи ФИБ-1 продлевали жизнь еще на несколько лет своевременными методами лечения.

Несмотря на эти достижения отечественных и американских радиологических центров оставались малоизученными проблемами долгосрочные последствия радиационного развития злокачественных новообразований у атомщиков, жителей атомных городов и пострадавшего населения. Специалистов обеих стран интересовало изучение больших групп населения, не только болевших хронической лучевой болезнью, но и просто подвергающихся

²⁸¹ Воспоминания эпидемиолога, д.м.н. Н. А. Кошурниковой // личный архив автора.

²⁸² ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.16. Оп.1. Д. 39. Л.190–191.

постоянному хроническому облучению, проживающих на загрязненных территориях и в зонах ядерных испытаний.

Материалы, собранные американцами в Японии после бомбардировок Хиросимы и Нагасаки в отношении образования у них лейкозов и радиационного рака, не подходили для производственного персонала с хроническим облучением²⁸³. Поэтому в США, еще в 1947 г. АЕС на базе Чикагского института, построила Аргоннскую онкологическую больницу (ANL), сотрудники, которой занимались не только лечением онкологических заболеваний радиоактивными изотопами, но и научными исследованиями возникновения раковых опухолей у работников атомной промышленности²⁸⁴. Одним из первых исследований, проведенных этой больницей, стал случай с шахтерами, работающими на урановых рудниках, когда многие из них в 1948-1952 гг. серьезно заболели. Из 2500 человек у 1900 начались проблемы с легкими, а у 212 шахтеров диагностировали рак легкого²⁸⁵. Главный токсиколог больницы Эгон Лоренц в результате изучения установил, что радон, радиоактивный газ природного происхождения, является одной из основных причин развития рака легкого у работников, который развивается примерно в 14 % случаев в зависимости от его концентрации в помещении²⁸⁶.

После этого случая Аргоннская больница стала заниматься формированием репозитория – банка биологических образцов раковых тканей, которые поступали двумя путями – за счет умерших от заболеваний, вызванных облучением, работников атомной промышленности и образцов человеческих органов и тканей, собранных военными США с мест взрывов ядерных бомб – Хиросимы, Нагасаки и Маршалловых островов. В результате накопленной базы данных по онкологическим больным, Аргоннской больницей было выявлено 200 форм

²⁸³ Гуськова А.К. Радиационная медицина на рубеже между прошлым и будущим – некоторые итоги и перспективы // Вопросы радиационной безопасности. 2001. №.3. С.39–40.

²⁸⁴ Stannard J.N. Radioactivity and health a history. California, 1988. P.55.

²⁸⁵ Там же. P.157.

²⁸⁶ Там же. P.44.

изотопов, вызывающих различные виды рака²⁸⁷. Ионизирующее излучение стали классифицировать как универсальный канцероген из-за его способности вызывать большинство типов рака²⁸⁸. В 1960-е гг. сотрудники Аргоннской больницы совместно с Национальным институтом рака в США начали проводить исследования генетического происхождения онкологических заболеваний²⁸⁹. Общеизвестным фактом стало доказательство того, что рак, спровоцированный излучением, является по своей сути мутацией ДНК, вызванной в нормальных клетках радиационным воздействием.

В Советском Союзе исследования в области онкологии, вызванной ионизирующим излучением, начались в 1968 г. Во многом это объяснялось тем, что заболевания раком занимали второе место после лучевых поражений по частоте выявляемых случаев, причем проявлялись они не сразу, а примерно через 5-6 лет после начала трудовой деятельности на атомных объектах²⁹⁰. Несколько неожиданным для специалистов ФИБ-1 оказалось то, что рак желудка, легких и других органов диагностировали среди молодых людей. При этом отмечалось, что случаи онкологических заболеваний участились особенно на рубеже 1950-1960-х гг. среди жителей г. Озерска²⁹¹. Только в 1959 г. в Челябинске-40 от различных форм онкологии 126 человек умерли на дому, не получив соответствующей медицинской помощи²⁹². Отсутствие необходимых знаний и опыта у отечественных медиков, а также нехватка специалистов-онкологов, приводили к тому, что рак диагностировали слишком поздно, на четвертой стадии его развития²⁹³.

²⁸⁷ Phillip R. Sloan *Molecularizing Chicago - 1945-1965: The Rise, Fall, and Rebirth of the University of Chicago Biophysics Program. Historical Studies in the Natural Sciences*. Vol. 44, No. 4 (Sep., 2014), pp. 364–412.

²⁸⁸ International Atomic Energy Agency (IAEA) *Assessment of Prospective Cancer Risks from Occupational Exposure to Ionizing Radiation*. Jointly prepared by the international atomic energy agency and the international labour organization. Vienna. IAEA. 2021. P.1,3,6.

²⁸⁹ Stannard J.N. Указ. соч. P.98.

²⁹⁰ ГФ НТД ФГУП ПО «МАЯК». Ф.15. Оп.1. Д.19. Л.37.

²⁹¹ Там же. Д.9. Л.201.

²⁹² Там же. Ф.18. Оп.1. Д.112. Л.5.

²⁹³ Там же. Л.4.

С 1960 г. каждый день у врача-онколога фиксировалось в среднем по 34 новых больных²⁹⁴. Врачи МСО-71 тогда не понимали и не могли определить причин резкого роста онкологических заболеваний, так как необходимых знаний о радиологической природе рака в 1950-1960-х гг. у них еще не имелось. В то же время американские специалисты в конце 1940-х гг. доказали, что повышенные дозы радиации провоцируют онкологические заболевания, являются одними из основных причин их возникновения.

Из-за участвовавших случаев выявления онкологических заболеваний у атомщиков, ученые-исследователи ФИБ №1 приступили к изучению природы радиационного рака среди работников ПО «Маяк». В 1968 г. профессор Г.С. Мороз провел оценку заболеваемости злокачественными новообразованиями (ЗНО) среди персонала ПО «Маяк», подвергавшегося профессиональному сочетанному внешнему гамма - и внутреннему альфа-облучению от плутония-239 в дозах, превышающих предельные концентрации. Он установил, что при сочетанном облучении уровень ЗНО выше, чем при внешнем гамма-облучении. В проявлениях онкопатологии первое место занимали опухоли желудка, затем, в порядке убывания, злокачественные новообразования органов дыхания, соединительной ткани и молочной железы (у женщин)²⁹⁵. Длительность латентного периода для большинства ЗНО в исследуемой группе составляла от 17 до 24 лет.²⁹⁶

Только в 1973 г. после появления в Челябинске-65 (ранее Челябинск-40) отделения лучевой терапии стали проводить регулярные онкологические осмотры работников комбината и населения, а врачи научились классифицировать различные формы рака, порожденные радиацией. В 1980-х гг. ученые ФИБ-1 начали формировать когорту работников ПО «Маяк», умерших от злокачественных новообразований, в которую вошли 14 621 атомщик

²⁹⁴ ГФ НТД ФГУП ПО «МАЯК». Ф.15.Оп.1. Д.14.Л.153–154.

²⁹⁵ Там же. Л.153–154.

²⁹⁶ Там же. Д.9.Л.85–86.

комбината²⁹⁷. В моче у них обнаружили плутоний, аэрозоли которого попадали в их организмы при вдыхании на производстве. Из 14621 человека 6867 (47%) умерли к концу 1982 года, еще 194 (1,3%) выбыли из наблюдения до конца программы наблюдения. От рака легких умерло 486 человек, 446 из которых — мужчины²⁹⁸. Усугубляющим фактором для многих из этих людей стало наличие вредной привычки – курения, ускорявшее процесс развития онкологии легких. Причем мужчины умирали от рака легкого чаще, чем женщины именно по этой причине.

Советские радиологи пришли к выводам, что среди персонала атомных производств, выполняющих работы в неблагоприятных условиях при дозах, превышающих допустимые уровни облучения, отмечена повышенная заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗНО). Помимо этого, отмечено, что радиоактивные вещества, такие как уран и плутоний обладали органотропностью, то есть способностью локализоваться в конкретных органах. После проведения этих исследований в отечественной радиологии сформировалось понятие «радиационный рак». В среднем, он превышал на 22 % статистический показатель по ракам в стране²⁹⁹. В результате наблюдения за атомщиками ПО «Маяк» в первое десятилетие от начала их работы на реакторе отмечался рост развития лейкозов, напрямую зависящий от дозы гамма - облучения свыше 1 Гр. Эти показатели совпадали с общеизвестными данными развития лейкозов среди жертв бомбардировок японских городов.

Заболеваемость ЗНО среди профессиональных работников сопоставили с заболеваемостью населения города, учитывая возраст и пол контингентов. При этом социальные условия в основной и контрольной группах были одинаковы (См.табл.8).

²⁹⁷ Gilbert E.S., Sokolnikov M.E., Preston D.L., Schonfeld S.J., Schadilov A.E., Vasilenko E.K., Koshurnikova N.A. Lung cancer risks from plutonium: an updated analysis of data from the Mayak worker cohort //Radiat. Res. 2013. V. 179, N 3. P. 332–342.

²⁹⁸ Там же. P. 332–342.

²⁹⁹Фомин Е.П. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения закрытого территориального образования (г. Озерск) за многолетний период злокачественными новообразованиями...автореф. на соиск.канд.мед.наук. М., 2009. С.4.

Количество человек с раковыми заболеваниями на ПО «Маяк» и в г. Озерск 1973-1982 гг.³⁰⁰

Группа				
Работники ПО «Маяк», у которых обнаружили ЗНО			Жители г. Озерска (контрольная группа), у которых обнаружили ЗНО	
Возраст, лет	Мужчины (чел.)	Женщины (чел.)	Мужчины (чел.)	Женщины (чел.)
30-39	229	0	64	72
40-49	1030	733	213	260
50-59	1800	2088	691	548
60-69	7072	8571	1866	786
Всего:	10 131	11 392	2834	1666

Материалы этой таблицы показывают, что при возрасте старше 40 лет частота заболеваемости как среди мужчин, так и среди женщин достоверно выше, чем в контрольной группе в среднем в 5 раз. Отсутствие различий в возрастной группе 30-39 лет в 1973-1982 гг. объясняется тем, что эти люди приступили к работе в основном после 1960 г., когда радиационная обстановка на комбинате улучшилась, а дозы внешнего и внутреннего излучения в большинстве случаев существенно не превышали допустимых уровней. С течением времени частота развития рака стала уменьшаться у работников ПО «Маяк» за счет совершенствования условий труда и снижения уровня радиации в производственных помещениях.

В результате многолетнего мониторинга с 1973 по 1982 гг. за такими больными сотрудники ФИБ-1 доказали прямую зависимость развития онкологии от величины дозы облучения³⁰¹. Вместе с тем, до 1989 г. специалисты ФИБ-1 так и не нашли прямого доказательства гипотезы, что радиационный рак является ДНК-мутацией, вызванной в нормальных клетках радиационным воздействием. Это объясняется, вероятно, отставанием отечественных методов диагностики

³⁰⁰ Булдаков Л.А., Калистратова В.С. Радиоактивное излучение и здоровье. М., 2003. С.41.

³⁰¹ Там же. С.39-40

онкологии в то время от американских, а также соблюдением секретности на все медицинские исследования и их результаты.

Анализируя причины возникновения раковых заболеваний, отметим, что даже малейшие микрограммы плутония могли вызвать деструктивные процессы в организме и способствовать ухудшению состояния здоровья человека. К сожалению, медики в обеих странах, в США и СССР, наработав значительный опыт в изучении радиационного рака, длительное время оказались лишь в позиции наблюдателей, так как не могли объяснить механизм этой страшной болезни, способы ее профилактики и лечения.

Усугубление радиационной обстановки после техногенных аварий на химкомбинате «Маяк» требовало расширения сферы исследований, касающихся не только здоровья человека, но и окружающей природы. В это время наметился определенный узкоспециализированный характер деятельности научных центров, связанный с решением послеаварийных ситуаций и формированием новых институтов, занимающихся проблемами радиоэкологии и здоровьем людей, отдаленных от производства, но оказавшихся на пострадавших территориях.

С целью снижения радиационной опасности для населения и живой природы после аварии 1957 г., в 1958 г. была создана Опытная научно-исследовательская биогеоэкологическая станция при ПО «Маяк» (ОНИС) в поселке Метлино, в 15 км. от г. Озерска³⁰². Несколькими годами ранее подобные центры основали и в США как отдельные лаборатории Физики здоровья в Ок-Ридже, Хэнфорде и Брукхейвене для проведения радиоэкологических изысканий³⁰³.

ОНИС специально организовывалась для выполнения отдельных задач по изучению миграции радиоактивных веществ по загрязненной территории ВУРС и Течи, закономерностей накопления радионуклидов в сельскохозяйственных продуктах питания, разработке приемов снижения концентрации радионуклидов в культурных растениях и рекомендаций по использованию с минимальным вредом

³⁰² Бакуров А.С. Альма-матер отечественной радиоэкологии. Озерск, 2017. С.17.

³⁰³ Stannard J.N. Radioactivity and health a history. California, San Diego: School of Medicine and Dentistry University, 1988. P.101.

для здоровья людей сельскохозяйственной продукции с загрязненных территорий и изучению генетических последствий воздействия повышенного радиационного фона на животных и растения.

В ОНИС работали 211 ученых, приглашенных из ведущих научных центров страны (Московского государственного университета, Тимирязевской сельскохозяйственной академии, Ботанического института, Почвенного института АН СССР и др.). Причем ранее никто из них не имел специальной подготовки для работы в особо опасных и вредных условиях. Здесь же им пришлось приступить к исследованиям при наличии постоянного воздействия повышенного радиационного фона, в необорудованных помещениях, дефиците научно-лабораторного оборудования. Для организации труда в ОНИС не имелось тогда и специальных правил по технике безопасности. Вопросы о мерах предосторожности приходилось решать каждой исследовательской группе самостоятельно, на месте, непросто приходилось ученым ОНИС соблюдать безопасность при обращении с радиоактивными веществами, пользовании транспортом и оборудованием, работающим на загрязненных территориях, хранении загрязненных сельскохозяйственных продуктов для проведения исследований, кормления лабораторных животных радиоактивной продукцией. Работы по оценке загрязненной территории, вероятного ущерба и уровней облучения специалистам - почвоведом, гидробиологам, зоологам и ботаникам пришлось проводить буквально с нуля³⁰⁴.

Следует отметить, что ОНИС, в отличие от американских аналогов, занимающихся лишь изучением и анализом общей радиоэкологической ситуации, накопила уникальный опыт по очистке территорий от радиационного воздействия и возвращению загрязненных земель в общественное пользование.

Особую тревогу у медиков вызывало здоровье населения, проживающего на загрязненных территориях ВУРС и Течи, которые оказались не в зоне медицинского контроля со стороны ФИБ-1 и МСО-71, обслуживающих

³⁰⁴ Бакуров А.С. Указ. соч. С.16–21.

производственный персонал и жителей закрытых городов. С целью организации целенаправленной медицинской помощи облученному сельскому населению в областном Челябинске создали специализированный диспансер №1, который в 1962 г. преобразовали в филиал № 4 Института биофизики Минздрава СССР.

Исследователи ФИБ-4, продолжая систематические медицинские наблюдения за людьми, пострадавшими от радиации, внесли большой вклад в развитие отечественной радиологии. Используя методы наблюдения за пациентами в клинике и собирая их биоматериал в процессе прохождения медицинских обследований, ученые-биофизики сделали фундаментальные открытия о воздействии радиации на кровеносную систему и угнетение ею кроветворной функции красного костного мозга. Прямые закономерности ученые ФИБ-4 увидели и в росте онкологических заболеваний у облученных людей.

При анализе регистра жителей реки Теча в начале 1990-х г. исследователи обнаружили, что из 29 873 человек, входящих в регистр, в живых осталось лишь 8470 человек (28% от общего числа жителей), а к этому времени умерло 14380 человек (48%). По данным ФИБ-4 в период с 1950 по 1990 г. от злокачественных образований умерло 1860 жителей из когорты реки Теча, 61 человек скончались от различных видов лейкозов, 12 смертей зарегистрировали от хронического лимфолейкоза и 18 случаев от остеосаркомы (рака кости), спровоцированного потенциальным эффектом воздействия стронция-90³⁰⁵. Прямым свидетельством развития злокачественных новообразований служило хроническое облучение людей вследствие загрязнения реки Теча.

Как известно, значительная часть облученного сельского населения в 1960-1980-е гг. мигрировала с привычных мест их жительства, с загрязненной территории. Для специалистов ФИБ-4, проводивших свои научные медико-биологические исследования, этот фактор создал определенные трудности в дальнейшем для наблюдения и оказания им специализированной медицинской помощи, потребовались дополнительные усилия для проведения их

³⁰⁵ Аклеев А.В., Крестинина Л.Ю., Варфоломеева Т.А. и др. Медико-биологические эффекты хронического воздействия ионизирующей радиации на человека // Медицинская наука и образование Урала. 2008. №2. С.8–10.

диспансеризации. Поэтому в штате филиала института появилась диспансерная группа, задачей которой являлось прослеживание жизненного и семейного статуса облученных людей, мигрировавших с мест их прежнего проживания.

По мере накопления данных о состоянии здоровья облученных лиц и развития радиобиологической науки, ученые ФИБ-4 сделали вывод о том, что в результате радиационных инцидентов, имевших место на Южном Урале, можно ожидать увеличения числа лейкозов, онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний у облученных и у их потомков³⁰⁶. Они также спрогнозировали, что одними из серьезных последствий радиоактивного загрязнения могли стать генетические нарушения и иммунодефицитные состояния у нескольких последующих поколений облученных.

В результате многолетнего мониторинга за резидентами района р. Теча, удалось определить точное число облучившихся лиц в период с 1949-1956 гг. – 25 600 человек. Впоследствии доля облученных лиц, продолжавших проживать в селах, расположенных на берегах реки, неуклонно снижалась и в итоге достигла 12,1% от общего числа ранее проживающих там людей³⁰⁷.

После некоторого потепления в советско-американских отношениях и Чернобыльской аварии в 1986 г. произошла активизация международного сотрудничества, ученые из США и СССР занялись изучением вопросов переоблучения производственного персонала и населения, мониторинга экологической ситуации.

Американские специалисты проявили значительный интерес к воздействию радиации на человеческий организм, особенно со стороны стронция-90 и цезия-137 на здоровье детей в зонах радиационного поражения Течи и ВУРСа. Посетив в 1991 г. населенные пункты (п. Метлино, с. Куяш) вблизи ПО «Маяк» и измерив в них радиационный фон, ученые из США оценили его, как катастрофический, непригодный для жизни. Взрослые и дети, которые спокойно здесь жили и питались сельскохозяйственной продукцией, рыбой, выловленной в зараженных

³⁰⁶ Аклеев А. В. Теча до и после атомного проекта. С.33.

³⁰⁷ Шалгинов С. А., Старцев Н. В., Аклеев А. В. Миграция населения, облученного на реке Теча // Медицина экстремальных ситуаций. 2014. № 4 (50). С. 18–26.

водоемах, грибами, как оказалось, накопили в своих организмах повышенные уровни внутреннего облучения, значительно влияющие на состояние их здоровья. Американцы посчитали такую политику российских властей - ничего не сообщать людям о воздействии радиации на их организмы, скрывать информацию о происходящих в их организмах изменениях, приводящих к ранней смерти и неизлечимым болезням, и употреблять зараженную стронцием-90 пищу – настоящим геноцидом населения³⁰⁸. Они убедились в этом, проведя исследование зубов счетчиком излучений на отдельных людях в этих населенных пунктах, в период детства оказавшихся под воздействием ВУРСа. К началу 1990-х гг. им исполнилось около 40-50 лет. Американский ученый-радиобиолог Марвин Голдман отметил, что счетчик буквально зашкаливал по показателю радиостронция.

Общую озабоченность ученых США и СССР вызывали и генетические эффекты радиационного воздействия, их влияние на потомков пострадавших от радиации людей. Генетические эффекты рассматривались как отдаленные последствия облучения. Американцы предлагали оказать помощь нашим специалистам по овладению современными методиками реконструкции доз облучения и проведению качественного эпидемиологического исследования. Разработки советских биофизиков и радиологов в то время они считали несколько устаревшими и неэффективными. Для более полноценного сотрудничества американцы призывали руководителей отечественной атомной отрасли, радиологов и других специалистов перевести всю, накопившуюся в СССР, документацию по радиационным воздействиям в электронный формат с целью доступности и наглядности всего того, что происходило на ПО «Маяк» с 1948 по 1990 гг.³⁰⁹.

В заключение отметим, что функционирование предприятий атомной промышленности в США и СССР, имевшие место радиационные аварии и

³⁰⁸ Marvin Goldman Oral History of Radiation Biologist. Human radiation studies: remembering the early years. URL: <https://web.archive.org/web/20100602033229/http://www.hss.doe.gov/HealthSafety/ohre//roadmap/histories/0468/0468toc.html> (дата обращения: 20.01.2023).

³⁰⁹ Там же.

инциденты, привели к облучению значительного числа атомщиков и гражданского населения. Причем, как оказалось, обусловленные этим, возникающие проблемы со здоровьем людей не только не исчезают, но и могут проявиться через десятилетия в виде онкологических заболеваний и генетических изменений, которые невозможно объяснить с помощью радиационной медицины. Поэтому еще в процессе реализации атомных проектов в США и СССР создаются специализированные научные центры, основной целью которых являлось изучение поведения различных радиоизотопов, новых патологий, вызванных радиацией и т.д.

В США, после успешного выполнения Манхэттенского проекта, исследования в области ядерной медицины и радиобиологии приобретают несколько иной характер по сравнению с СССР. Американские ученые и специалисты, в основном из-за финансовых соображений, стали активно участвовать в военных программах, целью которых являлась разработка на основе ядерных технологий вирусного, бактериологического и других видов оружия массового поражения. Непосредственное участие они принимали также в проведении чудовищных экспериментов с инъекциями урана, плутония и радиоактивного йода живым людям. Совершенно иной вектор имела деятельность научно-исследовательских центров в СССР, которые вели научный поиск эффективных средств диагностики и лечения заболеваний, возникших в результате переоблучения атомщиков и населения.

3.2. Изучение медико-биологических последствий у атомщиков и их потомков.

В связи с развитием атомной промышленности и все более широким использованием ядерной энергии, одной из наиболее актуальных и сложных проблем стало изучение отдаленных медико-биологических последствий в результате воздействия ионизирующих излучений на человека.

Несмотря на значительные успехи радиационной медицины, радиобиологии и предпринимаемые в этом направлении усилия ученых, многие радиационно-демографические и медико-биологические проблемы длительное время оставались слабоизученными, дискуссионными. Не существовало, например, общей консолидированной точки зрения у специалистов относительно воздействия малых доз радиации на организм человека, медицинских последствий облучения населения. Обычно к основным отдаленным эффектам относят повышенный риск развития злокачественных новообразований и лейкозов, а также наследственные эффекты вследствие облучения половых желез лиц репродуктивного возраста.

Трудности, которые стояли перед учеными в изучении этих последствий, наносимых радиоизотопами, состояли в том, что в отличие от хронической лучевой болезни отдаленные эффекты не имеют порога дозы, необходимого для их появления. В то же время с увеличением дозы радиации возрастала и вероятность развития злокачественных новообразований или наследственных изменений у потомства. Многие из этих явлений выяснились не сразу, а в результате непростых, длительных научных поисков.

Изучение отдаленных последствий у поколений атомщиков, их детей и внуков, а также пострадавших в результате аварий и инцидентов, осложнялось во многом самим временным фактором, проведением не разовых, а долгосрочных исследований, крайне затратных во многих отношениях. Причем, как оказалось, с помощью традиционных научных подходов исследовать долгосрочные эффекты воздействия радиации на людей было невозможно, а только на основе зарождающейся тогда новой науки – радиационной генетики.

В США еще в рамках Манхэттенского проекта приступили к изучению генетических эффектов воздействия радиоизотопов на живые организмы, когда особенно возрос интерес к отдаленным последствиям радиоактивного облучения потомков после атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. Во многом это было связано с тем, что среди широких слоев американского общества и в средствах массовой информации укоренились представления об обязательном развитии бесплодия среди облученного населения. Позднее ученые установили, что постоянная стерильность мужчин может прогрессировать при дозах облучения свыше 350 бэр, а женщин - 250 бэр.

Одним из первых генетических открытий в США стало проведенное на молекулярном уровне исследование, подтвердившее сокращение жизни организма в результате облучения его клеток³¹⁰. В 1946 г. ученые-радиологи из Рочестерского университета Гарольд Ходж, Дон Чарльз, токсикологи Карт Стерн, Люсиль Стедман и эколог Эндрю Дауди обнаружили, что облученные родители среди животных-млекопитающих способны воспроизводить потомство с внешними признаками недоразвития. В экспериментах на животных они определили, что генетические мутации у потомков наследуются как рецессивный признак, то есть проявляются через одно поколение – у внуков (от I поколения родителей – к III поколению (внуки)). Потомки из третьего поколения животных могли родиться с врожденными аномалиями развития, выражающимися, например, в неправильной форме рогов у лесных оленей, проживающих на загрязненных вблизи атомных предприятий территориях, отсутствии коренных зубов у домашних свиней и собак, недоразвитии плавников у мальков рыб, обитающих в водоемах, охлаждающих реактор. Это открытие, сделанное американскими учеными, было прорывным для понимания отдаленных эффектов облучения, но после окончания реализации Манхэттенского проекта рочестерскую лабораторию генетических исследований закрыли, прекратив ее финансирование³¹¹.

³¹⁰ Advisory Committee on Human Radiation Experiments. Final report. National Security Archive at GWU, 1995. P.25.

³¹¹ Там же. P.29.

Однако остановка генетической программы оказалась не столь долгой для ученых, работавших ранее над Манхэттенским проектом. В 1947 г. обозначилось новое направление развития для генетических исследований. Комиссия по атомной энергии (АЕС) официально заявила о своем намерении поддержать долгосрочные медицинские программы по изучению выживших после атомных бомбардировок в Японии, которые начали проводиться Комитетом по атомным испытаниям Национального исследовательского совета США³¹². Этот комитет запустил программу по изучению долгосрочных медико-биологических последствий радиации, включающую наблюдение за детьми и, впоследствии, внуками японцев. После атомных бомбардировок у облученных в материнской утробе детей обнаружались врожденные мутации, передающиеся от родителей. Причем дети рождались либо мертворожденными, либо с внешними аномалиями развития. Такие мутации называли «доминантными», то есть передающиеся от родителей к детям при очень высоких дозах облучения³¹³.

В процессе изучения врожденных аномалий развития у детей американские ученые совместно с японскими коллегами открыли феномен хромосомных aberrаций (повреждений ножек хромосом в клетках, при сращивании которых изменялся генетический код человеческого организма), приводящий к врожденным аномалиям и неправильному развитию клеток, органов и жизненных систем организма.

В исследовании хромосом 1200 выживших жителей Хиросимы и Нагасаки цитогенетические данные показали, что мутации, вызванные радиацией в клетках, сохранялись в течение многих десятилетий в крови, что увеличивало риск их передачи последующим поколениям. Число клеток с такими хромосомными повреждениями, как показали исследования, увеличивалось при получении больших доз облучения. Цитогенетический метод, позволяющий оценить частоту возникновения мутаций в клетках, оказался особенно эффективным при изучении отдаленных последствий облучений, в том числе и для восстановления дозы

³¹² Neel JV. Schull The Children of Atomic Bomb Survivors: A Genetic Study. National Research Council (US). Washington (DC): National Academies Press, 1991. P.140–145.

³¹³ Там же. P.141.

облучения уцелевших после ядерных бомбардировок и аварий, наряду с физической дозиметрией, которую не всегда возможно осуществить в чрезвычайных ситуациях.³¹⁴ Благодаря данной генетической инновации через 20 лет после старта этой программы удалось определить у потомков японцев на клеточном уровне значительные мутации, соматически выраженные в проявлении сахарного диабета, высокого кровяного давления, сердечно-сосудистых заболеваний и прочих «старческих» возрастных болезней, проявляющихся у потомства еще в детском возрасте³¹⁵.

С 1949 по 1973 год в США специализированными радиобиологическими и радиологическими институтами постоянно проводились генетические эксперименты по возможной передаче поврежденной наследственной информации будущим поколениям. Экспериментам подвергались как животные, так и люди. Одним из направлений генетических программ на человеке стало прогнозирование возможных последствий для здоровья военнослужащих, пострадавших в ходе проведения атомных испытаний. Перед учеными стояла задача исследовать их половые клетки и репродуктивную функцию воспроизведения потомства. В первую очередь, беспокоила судьба 5000 военнослужащих, участвовавших в проведении операции «Перекресток» на Маршалловых островах, так как каждый из них тогда получил радиоактивную дозу свыше 100 рентген³¹⁶. Эти исследования проводились в тайне от военнослужащих, которые до последнего не знали о причинах видимых ухудшений их здоровья. Еще в 1963 г. эндокринолог Карл Хеллер, изучавший влияние радиации на половые органы мужчин, сделал открытие, что при облучении соматических и зародышевых клеток семенников мужских половых органов повышенные дозы радиации могли вызвать повреждение сперматозоидов, что привело бы к воспроизводству генетически поврежденных

³¹⁴ Mould R. F. The Definitive History of the Chernobyl Catastrophe. Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 2000. P.167.

³¹⁵ Nori Nakamura Genetic effects of radiation in atomic-bomb survivors and their children: past, present and future. Journal of radiation research. Oxford Academic, 2006. P.67.

³¹⁶ Advisory Committee on Human Radiation Experiments...P.38–39.

детей³¹⁷. Поэтому он рекомендовал своим пациентам после эксперимента провести вазектомию – операцию по удалению семявыводящих протоков, которая, по его мнению, позволяет не нанести вред будущим поколениям испытуемых и способна предотвратить у них возможные наследуемые мутации. Аналогичные эксперименты, с целью изучения повреждения сперматозоидов под воздействием облучения, проводились и другими американскими медиками в различных больницах США³¹⁸. Врачи сделали вывод, что облучение половых клеток человека (сперматозоидов и яйцеклеток) вызывает значительные изменения ДНК, которые потом передаются будущим поколениям в виде различных нарушений в ДНК-коде, и это приводит к разнообразным мутациям в организме. Позднее, при расследовании проведенных операций на половых органах среди облученных жертв радиационных экспериментов и роли врачей в этом деле, представители общественности, придавшие огласке антигуманные испытания, пришли к выводу, что вазектомия производилась врачами специально, чтобы не выплачивать денежные штрафы в случае возможных к ним судебных исков³¹⁹.

Первоначально ученые США испытывали нехватку исходных донорских материалов, подвергшихся радиационному воздействию. Проводимые затем американцами ядерные испытания значительно дополнили репозиторий облученных образцов, куда вошли, в том числе, и некоторые генетические образцы аномалий развития. В феврале 1957 г. радиологи совместно с генетиками представили результаты своего исследования на основе изучения 1500 человеческих костей, собранных во всем мире. При этом они отмечали, что стронций-90 и его генетические эффекты представляют собой потенциально долгосрочную опасность, связанную со значительными изменениями костной и соединительной ткани людей и возможных таких же проявлений у их потомков³²⁰. Основываясь на результатах своих исследований, они вступили в полемику с

³¹⁷ Advisory Committee on Human Radiation Experiments... P.424–425.

³¹⁸ Там же. P.430.

³¹⁹ Welsome E. Указ.соч. P.210.

³²⁰ Advisory Committee on Human Radiation Experiments... P.642.

физиками-ядерщиками и спонсирующими их военными, требуя запретить ядерные испытания, так как они представляют особую опасность в виде радиоактивных осадков, которые на протяжении долгих лет наносили вред здоровью населения, существенно меняя их генетический код. Все это возымело свое действие, и в мае-июне 1957 г. в Комиссии по атомной энергии (АЕС) состоялись первые публичные слушания об опасностях радиоактивных осадков для здоровья людей. Джон Гофман совместно с молодым ученым Эрнестом Стернглассом определили, что в результате ядерных испытаний около 400 000 детей приобрели генетические заболевания или аномалии в своем развитии³²¹. Их доклад был посвящен также опасностям, исходящим от стронция-90. Генетики представили образцы детских молочных зубов, содержащих стронций, при котором детские зубы были словно покрыты кариесом. Видоизменение молочных зубов вызывало особую тревогу у радиологов, так как они видели в этом признаке опасность для целых поколений детей, которые проживали в зоне радиоактивного загрязнения стронцием-90³²². Впоследствии их выводы подтвердились, когда среди потомков жителей р. Теча и ВУРСа в России ими были обнаружены дети с такими же поврежденными молочными зубами, с признаками глубокого кариеса, либо с недоразвитием молочных или коренных зубов в связи с постоянным проживанием на загрязненных территориях и употреблением в пищу рыбы и молока, содержащих стронций-90³²³.

К началу 1970-х гг. ученые США значительно продвинулись в накоплении знаний о вредном и пролонгированном воздействии радиации на ДНК человека, которая может способствовать риску ухудшения здоровья последующих поколений. Начиная с 1973 г. американские исследователи вплотную занимались изучением различных аномалий развития у детей переоблучившихся родителей. Это позволило им сформировать понимание о генетических эффектах воздействия

³²¹ Oral History of Dr. John W. Gofman. Human radiation studies: remembering the early years. URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/histories/0457/0457toc.html> (дата обращения: 16.01.2023).

³²² Advisory Committee on Human Radiation Experiments... P.642

³²³ Oral History of Dr. John W. Gofman. Human radiation studies: remembering the early years. URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/histories/0457/0457toc.html> (дата обращения: 16.01.2023).

радиации на человека, а также собрать обширный банк облученных биоматериалов с ярко выраженными мутациями со всего мира, где проводились испытания ядерного оружия.

Как известно, в Советском Союзе вплоть до 1965 г. генетика не признавалась наукой, отрицалось, что гены являются одним из важных факторов передачи наследственной информации. Все это существенно тормозило развитие отечественных знаний по генетике. Тем не менее, выявляемые радиационные заболевания требовали новых, более детальных и перспективных подходов к их изучению. Для руководства страны и ученых, занимающихся развитием атомной отрасли, остро встала проблема изучения долгосрочных последствий облучения производственного персонала и населения атомных городов.

Генетические исследования, касающиеся людей, стали проводиться, прежде всего, в ФИБ-1 (Челябинск-40), причем с опорой и акцентом на изучении здоровья атомщиков, работающих непосредственно на производстве. Поэтому ДНК-образцы собирались практически у всех работников ПО «Маяк». Сотрудники ФИБ-1, проводя непосредственные обследования атомщиков, контактирующих с радиоактивными веществами, получили достоверные подтверждения об изменениях в их геноме под воздействием радиации. Так, руководитель клинического отдела, доктор медицинских наук Н.Д. Окладникова при цитогенетическом обследовании 237 работников химкомбината «Маяк», которые подвергались внешнему γ -облучению в дозах 140-900 сГр и контактировали с тритием, выявила в периферической крови и хромосомах красного костного мозга структурные нарушения в их геноме, которые в 8 раз превышали обычные спонтанные аберрации, вызванные, например, естественной природной радиацией от солнечного излучения или радона. Тем самым было доказано, что ионизирующая радиация индуцирует наиболее широкий спектр мутационной изменчивости по сравнению с другими природными мутагенами,

увеличивает частоту хромосомных aberrаций и генных мутаций в организме человека³²⁴.

Другие ученые из ФИБ-1 благодаря генетическим исследованиям выделили определенные онкомаркеры в изменяющемся геноме клеток и определили сигнальные из них при диагностике радиационных раков: остеосаркомы, рака желудка, легкого или печени. Выявление онкомаркеров у работников ПО «Маяк» стали ценным помощником в ранней диагностике онкологических заболеваний.

После 1965 г. за короткий срок были созданы десятки новых отечественных центров и лабораторий для изучения общей генетики, радиационной генетики, популяционной генетики, биофизики и многих других теоретических направлений в медицине. В Свердловске организовали Институт экологии Академии наук СССР (сейчас Институт экологии растений и животных УрО РАН). В тот же период произошла и реорганизация Государственного комитета по атомной энергии³²⁵.

С этого времени начались значительные положительные сдвиги в отечественной генетике, стал более интенсивно происходить обмен научными достижениями между специализированными научными центрами и структурами, резко увеличилось количество опубликованных совместных результатов исследований.

Важное значение для развития радиационной генетики имели, например, исследования отечественного радиогенетика В.И. Корогодина, работающего под руководством Н.В. Тимофеева-Ресовского в г. Обнинск, посвященные действию ионизирующих излучений на живые клетки. Они затем легли в основу открытого им эффекта пострадиационного восстановления, в результате которого удалось обнаружить, что летально повреждённые клетки погибают не сразу (как считалось раньше), а через несколько циклов их делений³²⁶. Таким образом, В.И. Корогодин сделал важное открытие о том, что клетки способны восстанавливаться после

³²⁴ ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк». Ф.16.Оп.1.Д.3.Л.10–12.

³²⁵ Медведев Ж. Атомная катастрофа на Урале. М., 2017. С.7.

³²⁶ Корогодин В. И. Проблемы пострадиационного восстановления. М., 1966. С.66.

радиационных повреждений и адаптироваться в условиях постоянного радиационного воздействия.

Сотрудники ФИБ-1, проводя наблюдения за детьми первопроходцев атомной отрасли, пришли к идентичному выводу о том, что новые поколения были более приспособлены к жизни в условиях повышенного радиационного фона. Это доказало и само время, при котором сократилось число смертей работников атомной промышленности в молодом возрасте (См. табл. 9).

Таблица 9

Динамика уровня детской смертности (число умерших на 1000 родившихся)³²⁷.

Годы рождения	Озерск	Челябинск	Российская Федерация	СССР
1950-1954	51.8	-	-	-
1955-1959	34.1	42.5	46.5	46.2
1960-1964	22.2	36	31.9	31.9
1965-1969	20.3	23.7	24.2	26.2
1970-1974	15.6	20.0	22.0	25.2
1975-1979	15.8	21.5	23.7	29.8
1980-1984	13.2	18.7	21.0	26.2
1985-1989	15.7	18.3	20.0.	25.6

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в Озерске наблюдался в эти годы не только более низкий уровень смертности детей, но и более высокий темп ее снижения за период с 1950 по 1989 гг. В основном детская смертность снижалась за счет детей старше одного месяца. У мальчиков по сравнению с девочками отмечалась более высокая смертность.

Через 20-30 лет после запуска атомного производства внуки первопроходцев, работающие на комбинате, уже значительно реже заболевали

³²⁷ Некоторые показатели здоровья персонала ПО «Маяк», населения г. Челябинск-65 и зоны влияния / под ред. заведующего ФИБ-1 Э. Р. Любчанского. Челябинск-65. С.10–11.

онкологией в столь молодом возрасте³²⁸. Их организмы лучше адаптировались к условиям постоянного радиационного воздействия, и на это были свои причины.

В конце 1960-х гг. В. И. Корогодин, совместно с К. М. Близник и другими исследователями, ввели в отечественную генетику понятие «нестабильность генома». Ученые пришли к выводу о прямой связи нестабильности генома с многочисленными нарушениями генетического аппарата, летальными мутациями, представляющими собой крупные хромосомные аномалии. В.И. Корогодин заметил, что хромосомные aberrации могут служить материалом для прогрессивной эволюции, а генные мутации - только при «шлифовке» организма к экологической нише³²⁹.

Выводы исследователей о высокой вероятности мутаций и возможности суммирования в клетке хромосомных aberrаций основывались на наибольшем числе выявленных наследственных изменений в клетках поколения родителей. Они также указали на прямую зависимость адаптации клеток новых организмов к стрессовым ситуациям внешнего мира, где накопление повреждений происходит во времени и приводит к селекции и адаптации части клеток и организмов³³⁰. По мнению этих ученых в резко возникающей стрессовой ситуации происходила адаптация облученного организма к новым условиям жизни. Воздействие радиации на организм они считали стрессовым воздействием, так как создавалась для организма новая реальность, к которой ему приходилось адаптироваться в течение всей жизни.

Позднее отечественные генетики, работающие в ФИБ-1 и ФИБ-4, доказали, что радиационная нестабильность генома является отдаленным последствием облучения, проявляющимся уже у последующих поколений. Так, у жителей прибрежных сел р. Теча в отдаленные сроки после облучения наблюдались повышенные частоты хромосомных мутаций в клетках организма, что заметно

³²⁸ Воспоминания эпидемиолога, д.м.н. Н.А. Кошурниковой // личный архив автора.

³²⁹ Корогодин В. И. Принципы оценки радиационной опасности // Природа, 1990. № 8. С. 34–35.

³³⁰ Там же. С. 36–38.

проявлялось в повышенном риске развития злокачественных опухолей и лейкозов³³¹.

Радиационная нестабильность генома, по мнению генетиков, является тревожной проблемой, так как она приводит к изменению состояния здоровья потомства. Имеется ввиду, что такие генотипические изменения могут предрасполагать потомство облученных родителей к повышенным рискам генетических заболеваний, бесплодию и раку. Изучением проблемы нестабильности генома ученые-генетики продолжают заниматься до сих пор, и этот вопрос остается открытым, но в популяции уже видны проявления таких нестабильностей³³².

Здоровье потомков облученного поколения атомщиков вызывало тревогу не только у отечественных специалистов, но также у американских исследователей. Их генетические прогнозы были менее оптимистичными, нежели у советских ученых, а проведенные исследования имели разносторонний характер, касающийся не только изучения клеток организма, но и других наследуемых факторов: интеллектуальных способностей, физического и психического развития, наследственных заболеваний. Исследуя механизмы возникновения клеточных мутаций, американские ученые пришли к примерно такому же выводу, как и советские генетики, что потомство атомщиков может подвергаться риску приобретенного наследственного заболевания или инвалидности вследствие унаследованных мутаций, вызванных предыдущим облучением их родителей.

С начала 1960-х гг. в США стали изучать случаи умственной отсталости у детей бывших работников атомной промышленности. Исследование проводилось в течение 10 лет среди детей ядерщиков, родители которых обращались в психологические центры за помощью. Американские генетики на основании полученных статистических сведений от психологов и наблюдений за детьми

³³¹ Маркина Т.Н., Веремеева Г.А., Блинова Е.А., Аклеев А.В. Блок клеточного цикла и активность апоптоза лимфоцитов периферической крови (ЛПК), частота мутаций в генах TCR в отдаленные сроки у людей, подвергшихся хроническому радиационному воздействию // Вопросы радиационной безопасности. 2011. №1. С. 41–49.

³³² Krestinina L., Yu D.L., Preston E.V., Ostroumova et al. Protracted radiation exposure and cancer mortality in the Techa River Cohort // Radiat.Res. 2005. No. 164(5). P. 602–611.

установили повышенный риск недоразвития мозга у детей, подвергшихся внутриутробному облучению на 8-15 неделях эмбрионального развития³³³. Радиобиолог, а впоследствии генетик Джон Гофман, на основании полученных данных утверждал, что ребенок, получивший облучение в утробе матери до конца жизни не сможет излечиться от врожденной генетической аномалии, будет иметь большое количество генетически измененных клеток, ведущих к развитию сердечно-сосудистых, психических и неврологических заболеваний³³⁴.

Позднее, через 20 лет, подобные аномалии были обнаружены и сотрудниками ФИБ-4 у внуков, живущих в прибрежных населенных пунктах реки Теча. Гидроцефалия (наличие жидкости во внутричерепной коробке), микроцефалия (уменьшение головного мозга), олигофрения (недоразвитость психики и интеллекта) и другие заболевания головного мозга обнаруживались у внуков людей с хроническим лучевым синдромом, долгое время проживающих на загрязненной территории в условиях постоянного поступления в организм изотопов бета- и гамма-излучения от реки. Все аномалии в развитии мозга они получили, находясь еще в утробах матерей. Помимо этого, многие из этих детей страдали различными хроническими заболеваниями костно-мышечного аппарата, желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы³³⁵. В отличие от американских специалистов, в Советском Союзе подобная зависимость нарушений мозговой деятельности от радиационного воздействия долгое время не признавалась как причинно-следственная связь.

В 1970-е гг. американские генетики, совместно с европейскими, внесли существенный вклад в радиологические знания о последствиях радиоактивного облучения. В ходе многолетнего мониторинга за 26 389 сотрудниками Хэнфорда, работавшими там с 1944 по 1978 гг., была определена не только степень риска облучения плутонием, но и вероятность развития мутаций среди данной когорты

³³³ Advisory Committee on Human Radiation Experiments... P.843.

³³⁴ David T. Ratchliffe Dr. John W. Gofman. His Life, and Research on the Health Effects of Exposure to Ionizing Radiation. September Equinox. 23 September 2015. P.45.

³³⁵ Тихонов А. Муслюмово – деревня на ядерной свалке. Челябинск, 1995. С.6.

атомщиков³³⁶. Исходя из полученных данных, ученые выделили соматические мутации, то есть повреждения клеток, произошедших в период жизни человека и его работы на атомном производстве и, следовательно, приводящие к летальным исходам в молодом возрасте. Воздействие радиации при дозах 0,5 Гр вызывало клинически значимое угнетение красного костного мозга, что приводило к снижению лейкоцитов в крови, а при более высоком воздействии в 3-5 Гр к смерти в 50% случаев. Поражение кожи при 3-5 Гр вызывало экзему и сухое шелушение, при дозе в 20 Гр наблюдалось ее влажное шелушение с появлением пузырей, а при дозе в 50 Гр наступал некроз тканей. После таких переоблучений от 20 до 50 Гр заболевания передавались от облученных родителей детям по наследству, и у второго поколения формировались хронические болезни - кожные экземы, лейкемия и хронические заболевания органов и тканей³³⁷.

Помимо этих открытий, сделанных генетиками, специалисты больницы в г. Ричленд сталкивались с диагностированием сложных заболеваний, которые обнаружались у первого поколения атомщиков (различные заболевания крови, щитовидной железы, кожи), а несколькими годами позже точно такие же проблемы со здоровьем обнаруживались у их детей, чьи поврежденные гены несли в себе искаженную информацию об исходном хромосомной наборе, передаваемом от поколения к поколению, а, следовательно, они провоцировали развитие хронических болезней и уже новых заболеваний. Так, у детей работников Хэнфорда, проживающих в Ричленде, в зрелом возрасте появлялись проблемы, связанные с фертильностью, а также с хроническими болезнями, такими как: мигрень, головокружения, астма, болезни сердца, заболевания щитовидной железы, желудочно-кишечные проблемы (дискинезия желчевыводящих путей), чрезмерная утомляемость, мышечная слабость,

³³⁶ Steve Wing, David Richardson, Susanne Wolf, Gary Mihlan Plutonium-related work and cause-specific mortality at the United States Department of Energy Hanford Site. *American Journal of industrial medicine*. 2004. P. 24–29.

³³⁷ Advisory Committee on Human Radiation Experiments... P.647–653.

растяжимость связок³³⁸. Чаще всего, несколько форм болезней у детей протекали как одно общее системное заболевание.

Поколение внуков в г. Ричленд уже не наблюдалось американскими исследователями, так как к моменту их рождения в США произошел резкий подъем общественного мнения относительно вредности атомного производства, антигуманной деятельности врачей Манхэттенского проекта и ухудшения общей экологической ситуации. Против врачей-исследователей, работающих над секретными атомными программами, инициировались судебные иски, и в результате всех этих событий прекратились и дальнейшие исследования американских потомков, которые продолжали обращаться в больницы и жаловаться на проявления различных заболеваний, но не получали уже должной медицинской помощи и наблюдений.

Выявление проблем относительно здоровья потомков можно отметить и в практике советских медиков. При оценке состояния здоровья детей (годы рождения: 1958-1960), родившихся от поколения первых атомщиков комбината №817 (ПО «Маяк»), невропатологами МСО-71 отмечены изменения в неврологической картине как у «здоровых» детей жителей города Челябинск-40, так и тех, которые получили внутриутробное облучение в период работы их матерей на предприятии при ранних сроках беременности. Среди внутриутробно облученных детей, чьи матери в период беременности подвергались радиационному воздействию, частота врожденных пороков развития составляла 12 случаев на 1000. Среди детей жителей г. Челябинск-40 частота врожденных мутаций составляла 21,4 случая на 1000 детей, т.е. почти в 2 раза выше, чем у первой группы³³⁹. Это объяснялось тем, что к первой группе относились дети, матери которых работали на комбинате на ранних сроках беременности, подвергались профессиональному облучению и еще не были выведены с предприятия в «чистые условия» работы. Во второй группе оказались дети, чьи

³³⁸ Brown K. Plutopia: nuclear families, atomic cities, and the great soviet and American plutonium disasters. Oxford University Press, New York, NY, 2013. P.307–308.

³³⁹ Петрушкина Н.П. Оценка радиационного риска для населения, проживающего вблизи предприятий атомной промышленности. Сообщение 2. Состояние здоровья потомков работников ПО «Маяк»// Вопросы радиационной безопасности, 1996. №. 3. С.54.

оба родителя, отец и мать, работали на предприятии и подвергались облучению до зачатия ребенка. Наиболее часто встречающимися недугами у потомков первой группы считались врожденные пороки сердца и мочеполовой системы, в общей сложности составляющие 70% от общего числа врожденных аномалий. У всех них произошли изменения также в нервной системе. Среди внутриутробно облученных потомков наблюдались мигрени, повышенная утомляемость, мышечная слабость, тремор глаз, снижение кожных, сухожильных рефлексов. Даже у здоровых детей, чьи родители не работали на ПО «Маяк», но проживали в городе Челябинск-40, имелись нарушения мозгового кровообращения, головные боли в лобно-височной зоне головы. Также врачами-педиатрами фиксировался повышенный рост заболеваемости среди внутриоблученных малышей по сравнению с обычными, свидетельствующий о слабости иммунитета первой когорты потомков. Они часто страдали заболеваниями верхних дыхательных путей, различными инфекциями и паразитарными болезнями. Чуть позже, в школьном возрасте, у многих проявлялись болезни нервной системы и органов чувств. Внутриутробно облученные потомки часто мучились различного рода экземами, особенно свойственными поколению 1958-1964 годов рождения. На втором месте по частому выявлению патологий стояли болезни костно-мышечной системы (плоскостопие, нарушение осанки, деформации ног и др.)³⁴⁰.

Среди детей, оба родителя которых подвергались облучению до их рождения, врачи обнаружили существенные различия по сравнению с теми, которые получили внутриутробное облучение. У этих потомков отмечались нарушения физического развития, выражающиеся в более удлиненном росте и характерной узкогрудости, то есть меньшим объемом грудной клетки, по сравнению с относительно здоровыми детьми, чьи родители не работали на комбинате и теми, кто был облучен внутриутробно. У второй группы потомков отмечались врожденные пороки развития сердца, половых органов и костно-суставной системы, проявляющиеся в 75% случаев врожденных аномалий³⁴¹.

³⁴⁰ Петрушкина Н.П. Указ соч. С.50–54.

³⁴¹ Там же. С.58.

Дети работников химкомбината имели физиологически правильное телосложение, но во многом отличались от своих сверстников тем, что у них имелось недоразвитие внутренних систем организма, которое не достигало 100% от нормы. (См. табл. 10).

Таблица 10

**Показатели физического развития детей и внуков жителей г. Озерск
(1969-1985 г.р.) (второе и третье поколение)³⁴²**

Возраст	Пол	Длина тела, см	Масса тела, кг	Гармоничное развитие, %
1 год	Мальчики	77,1	10,6	64,3
	Девочки	74,5	9,9	
2 года	Мальчики	86,4	12,6	73,9
	Девочки	85,9	12,3	
3 года	Мальчики	95,6	14,7	69,3
	Девочки	94,7	14,4	

Из данных этой таблицы видно, что по средним значениям длины и массы тела, окружности головы, потомки атомщиков не отличались существенно от других детей. Однако при комплексном медицинском, более глубоком обследовании выявлялись дети с ухудшенным физическим развитием.

Причем количество хронических заболеваний у детей, чьи родители подвергались профессиональному облучению до их рождения, было в некоторых случаях значительно выше, чем у тех, кто получил внутриутробное облучение. Это объяснялось, в первую очередь, тем, что оба родителя несли пораженный генотип и в 100% случаев передали его детям, нежели только одни матери в первой группе, чей состав генов в организме их детей составляет лишь 50 % (См. табл. 11).

³⁴² Таблица составлена на основе данных: ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк»: Ф.15.Оп.1.Д.26.Л.10–22; Д.40.Л.80–82; Д.69.Л.293–295; Ф.16.Оп.1.Д.38.Л.20–27.

Заболеваемость детей Озерска, подвергшихся внутриутробному облучению (контрольная группа) и тех детей, чьи родители подвергались облучению до их рождения (основная группа)³⁴³.

Класс болезней	Группа	Годы исследования и возраст детей				
		1958-1960			1967-1969	
		до года	1 год	2-6 лет	7-12 лет	13-15 лет
		число случаев на 1000 детей данного возраста				
Инфекционные и паразитарные болезни	Основная	350,2	447,2	357,0	73,3	32,3
	Контрольная	334,8	443,8	319,8	84,7	28,3
Новообразования	Основная	4,6	3,8	0,7	2,0	2,8
	Контрольная	0	0	0	2,6	5,9
Болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ	Основная	216,6	52,6	11,6	8,7	5,6
	Контрольная	357,2	51,0	12,3	15,9	1,5
Болезни нервной системы и органов чувств	Основная	230,4	131,6	71,1	135,2	168,5
	Контрольная	254,5	76,4	49,8	97,3	124,1
Болезни органов дыхания	Основная	1691,3	1406,0	804,1	661,6	523,9
	Контрольная	1352,8	927,3	661,0	608,9	494,8
Болезни органов пищеварения	Основная	271,9	116,5	29,8	48,0	30,9
	Контрольная	272,3	112,7	13,0	46,3	62,8
Болезни кожи и подкожной клетчатки	Основная	267,3	120,3	68,2	96,5	66,1
	Контрольная	339,3	76,4	56,7	82,1	64,3
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Основная	0	0	2,9	46,0	46,3
	Контрольная	0	3,6	4,6	31,8	35,9
Болезни мочеполовых органов	Основная	13,8	3,8	5,1	7,3	5,6
	Контрольная	17,8	3,6	6,1	2,6	3,0
Врожденные аномалии	Основная	0	7,5	7,3	4,7	9,8
	Контрольная	31,2	7,3	3,9	5,9	3,0

Из этих данных следует, что в возрасте до одного года дети основной и контрольной групп часто страдали простудными заболеваниями, которые в большинстве случаев усложнялись болезнями дыхательных путей. Отличаясь

³⁴³ Таблица составлена на основе данных: ГФ НТД ФГУП ПО «Маяк»: Ф.15. Оп.1. Д.26. Л.10–22, Л.144–169; Д.48. Л.165–170; Д.59.Л.18–43.

слабым здоровьем, в более старшем возрасте, эти дети болели различными недугами органов пищеварения, нервной системы и прочими. Основной пик заболеваемости потомков приходится на подростковый возраст, на период активного роста всех систем организма. Часто в это время многие хронические болезни у детей переходили в острую фазу и требовали комплексной диагностики и лечения. Тем не менее, природу заболеваний и причины их возникновения было сложно понять, так как ярко выраженных врожденных аномалий среди них не было, а болезни носили часто неявный симптоматический характер, трудно диагностировались и требовали системного изучения со стороны всех медицинских специалистов узкого профиля.

В результате наблюдений за детьми атомщиков (второе поколение) у врачей возникла обеспокоенность дальнейшей динамикой развития заболеваемости, особенно когда стало рождаться третье поколение - внуки работников атомной промышленности 1970-1990 г.р.

В начале 1990 гг. исследователями ФИБ-1 предпринята попытка изучить новое поколение облученного населения атомных городов. Объектом исследования выступили внуки, чьи бабушки и дедушки, или оба прародителя подверглись внешнему гамма-облучению или комбинированному облучению (внешнее гамма облучение + внутреннее альфа-облучение)³⁴⁴. По результатам проведенных исследований, физическое состояние внуков в оценке длины и массы тела, окружности головы также ничем не отличались от физической нормы здоровых детей. Новорожденные дети имели обычные, как считали медики, заболевания, соответствующие возрасту: несовместимость с матерью по резус-фактору крови, энцефалопатию (нарушение метаболизма в клетках головного мозга) и послеродовые травмы, составляющие 105,8% от общего количества детей.

Однако с возрастом у внуков стали проявляться новые формы наследственных заболеваний. Существенное количество среди них составляли

³⁴⁴ Петрушкина Н.П. Здоровье потомков работников предприятия атомной промышленности – производственного объединения «Маяк». М.,1998. С.76

дети с гипотрофией (слабостью) мышечной ткани, избыточной массой тела и ожирением, свидетельствующими о нарушении метаболизма и обмена веществ. С появлением и сменой молочных зубов у таких детей этот процесс был отмечен замедленным ростом зубной эмали, недоразвитием зубов, ранним развитием кариеса и пародонтита у ребят дошкольного и раннего школьного возраста. Внуки, как и предыдущее поколение, часто имели недоразвитие нервной системы, выражающееся головными болями, нарушением мозгового кровообращения, в некоторых случаях отстающее психомоторное развитие в определенном возрасте (чаще всего до 6-8 лет).

Среди неврологических синдромов наиболее распространенными оказались функциональные нарушения, сопровождающиеся органическим поражением центральной нервной системы: гипервозбудимость, невротические реакции, олигофрения. У внуков также отмечались трудности в адаптации к внешним условиям среды. Многие дети имели болезни дыхательных путей: поллиноз, астма, астматический бронхит³⁴⁵.

Отмечались также кожные заболевания у 13% внуков, такие как аллергический диатез, экзема, кожные инфекции. Примерно 83% представителей третьего поколения имели эндокринные нарушения, а у 32 % детей наблюдались функциональные нарушения со стороны желудочно-кишечного тракта: дискинезия желчевыводящих путей, хронический гастрит, холецистит, реактивный панкреатит. У 27,8 % внуков развились специфические патологии со стороны сердечно-сосудистой системы (вегетососудистая дистония), органов зрения (миопия, астигматизм), со стороны костно-мышечной системы (различного рода дисплазии, миопатия, нарушения осанки, плоскостопие)³⁴⁶.

Таким образом, у всех потомков отмечались ухудшения в общей картине здоровья, часто выражающиеся системными проблемами в организме, которые симптоматически решались врачами различных специальностей и не поддавались диагностике и лечению со стороны одного специалиста.

³⁴⁵ Петрушкина Н.П. Указ.соч. С.112.

³⁴⁶ Там же.С.128.

При наблюдениях за ухудшением состояния здоровья атомщиков и их потомков у радиологов обеих стран не сформировалось целостной картины о радиационных последствиях облучения, так как каждый выявляемый случай уникален по своей природе и симптоматике. Поэтому сложно было определить ярко проявленные мутации среди потомков в связи с тем, что врачи-радиологи обеих стран не проводили комплексных обследований среди выявляемых лиц, а лечили и наблюдали пациентов в основном ситуативно, опираясь на ярко выраженную симптоматику их жалоб и болезней. Однако, определенное понимание поражения целых популяций у ученых, занимающихся генетическими исследованиями, все же сформировалось.

Известный американский генетик Джон Гофман, долгое время работавший над военными и гражданскими радиологическими программами, отмечал: «Врачам нужно не только контролировать информацию о воздействии радиации на человека и потомков от общественности, но также они должны скрывать эту информацию от людей, потому что доза, которую федеральные нормы разрешают получать работникам, достаточно высока, чтобы создать генетическую опасность для всего человеческого вида. Работникам атомной промышленности разрешено производить потомство, и если мы повреждаем их гены радиацией, и они вступают в брак с остальной частью населения, для генетического понимания это то же, как если бы вы облучали население напрямую»³⁴⁷.

В Советском Союзе ход и выполнение программ по радиационной генетике были строго засекречены, полученные данные о воздействии радиации на человека длительное время не обнародовались учеными ФИБ-1, скрывались от общественности. Изменения произошли только после Чернобыльской аварии, которая дала мощный старт в обмене накопленным опытом между американскими и советскими учеными-радиологами. Проблемами генетических мутаций стали заниматься многие российские и международные институты. После 1986 г. в Москве в рамках государственной программы на базе НИИ

³⁴⁷ David T. Ratcliffe Dr. John W. Gofman. His Life, and Research on the Health Effects of Exposure to Ionizing Radiation.// Journal of Lipid Research , 2004. С.6.

педиатрии и детской хирургии (ныне Научно-исследовательский клинический институт педиатрии имени академика Ю. Е. Вельтищева) было сформировано специализированное детское Отделение по проблемам реабилитации детей, пострадавших в результате Чернобыльской катастрофы. Специалисты этого отделения под руководством профессора, генетика Л. С. Балевой, занимаясь изучением радиационного воздействия на детей Чернобыля и атомных городов, использовали передовые генетические технологии и методы в обследовании пострадавших детей, суммировали полученные данные об их здоровье в единую систему медико-биологических знаний.

Л. С. Балева, основываясь на последних достижениях генетической науки в мире, пришла к выводу, что ионизирующее излучение не приводит к гибели организма, но значительно изменяет обмен веществ в клетках и тканях, приводит к активации и накоплению свободных радикалов, что увеличивает разрывы ДНК-цепочки и ускоряет старение клеток. В то же время, воздействие радиации на организм вызывает, по ее мнению, активацию защитных и компенсаторно-восстановительных реакций, что способствует его восстановлению и адаптации после облучения.

При хроническом воздействии малых доз радиации риск развития свободнорадикальных и геномных повреждений повышается. Приводя все цитогенетические знания к общему знаменателю, Л.С. Балева усматривала генетическую угрозу для поколения атомщиков и их детей, пострадавших от радиационного техногенного воздействия. Диагностируя проблемы со здоровьем у детей, проявляющиеся у них в разном возрасте, и имеющих различные виды заболеваний, она отмечала, что детский организм в связи с функциональной незрелостью тканей, систем адаптации и защиты, особенно чувствителен к влиянию сложного комплекса факторов окружающей среды. Неблагоприятное экологическое воздействие способствует перестройке процессов жизнедеятельности, особенно в критические периоды детства и способствует проявлению различного рода болезней. Например, в одном детском организме могли одновременно наблюдаться признаки сахарного диабета,

свидетельствующего о нарушении обмена веществ, и остеопороза, который являлся болезнью костей и имел ранее тенденцию проявления только в старческом возрасте, либо сочетались другие разного вида заболевания. Совокупность разного рода приобретенных, хронических и наследственных заболеваний у потомков облученных получила название «Нестабильность генома»³⁴⁸. У детей, проживающих на загрязненных радиацией территориях, он проявляется в виде всевозможных хромосомных повреждений, злокачественных новообразований, врожденных нарушений и пороков развития.

На первоначальном этапе исследований ученые Отделения реабилитации радиационного риска также обнаружили, что у детей, рожденных в первые 2-3 года после аварии, количество хромосомных повреждений гораздо больше, чем у детей, рожденных через 10-15 лет после нее. Это давало ученым надежду на то, что через некоторое время, при минимизации облучений, может снизиться частота генетических повреждений у последующих поколений.

Опыт Озерска и атомных городов США показал, что при небольших дозах облучения не происходит каких-либо отрицательных для населения медико-биологических изменений, особенно если этому сопутствуют благоприятные социально-экономические, бытовые и медицинские условия. Однако, у радиобиологов, генетиков и других ученых нет пока единства относительно отдаленных последствий от воздействий малых доз радиации на организм человека.

Некоторые из них считают, что низкоинтенсивное облучение даже при одинаковой поглощенной дозе приводит к худшим последствиям, чем более мощное облучение, но непродолжительное по времени. Другие специалисты убеждены в том, что малые дозы радиации не представляют никакой опасности, что их радиационное воздействие и не приводит к биологическим нарушениям, в том числе и иммунной системы человека. Действительно, результаты медицинских исследований показывают, что у больших групп атомщиков в

³⁴⁸ Балева Л.С. и др. Цитогенетические эффекты и возможности их трансгенерационной передачи в поколениях лиц, проживающих в регионах радионуклидного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016. №3. С.87–88

разных странах наблюдается повышение жизненной активности, улучшение состояния здоровья, снижение онкологических и генетических заболеваний, в том числе и у их потомков. Результатом этого является увеличение средней продолжительности жизни. Все это зафиксировано у работников не только зарубежных атомных предприятий, но и российских³⁴⁹.

Действие небольших доз радиации, как считают некоторые радиобиологи, способствует оздоровлению организма человека. В последнее время в науке это получило название - «радиационный гормезис». Вместе с тем, когда облучение превышает определенный порог, положительная реакция может смениться на отрицательную, то есть опасно не облучение, а переоблучение.

Необходимо подчеркнуть, что несмотря на значительные достижения американских и отечественных ученых по изучению долгосрочных медико-биологических последствий у атомщиков и их потомков, остается еще немало малоизученных проблем, которые предстоит решать в будущем.

В заключение третьей главы отметим, что закономерное появление новых научных дисциплин, таких как радиационная биология, радиология, радиоэкология и радиационная генетика позволило на основе научного подхода и специальных знаний решить более сложные проблемы в системе здравоохранения атомной промышленности США и Советского Союза. Особые усилия ученых были направлены на изучение отдаленных медицинских последствий облученного населения, генетических мутаций и состояния здоровья потомков и атомщиков. Благодаря достижениям ученых и медицинских работников удалось выявить множество патологий, которые могли возникнуть и у человека, открыть ранее неизвестные заболевания крови, костей, мышц, скелета и внутренних органов, вызванных ионизирующим излучением, а также разработать эффективные формы лечения радиационных последствий для тяжелобольных людей.

Существенной проблемой для обеих стран стал рост числа онкологических заболеваний среди атомщиков, имеющий тенденцию развития в достаточно

³⁴⁹ Корякин Ю., Сивинцев Ю. Атомный синдром в России // Век. 1997. №.45.

молодом возрасте, через 5-10 лет после начала работы с радиоактивными веществами на предприятиях. Настойчивые поиски медиков позволили понять природу возникновения раковых заболеваний и разработать способ их лечения лучевой терапией.

По мере накопления данных о состоянии здоровья облученных лиц ученые пришли к выводу, что в результате радиационных инцидентов, как в США, так и в СССР, можно ожидать увеличение числа онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний у самих облученных, а также врожденных пороков и аномалий развития у их потомков. Они также спрогнозировали, что одними из серьезных последствий радиоактивного загрязнения могли стать генетические нарушения и иммунодефицитные состояния у нескольких последующих поколений облученных людей. Прогнозы американских и советских ученых-радиологов стали сбываться, когда родилось второе и третье поколение атомщиков – дети и внуки первых работников атомной отрасли. Наблюдение за их развитием показало, что состояние здоровья потомков значительно отличается от здоровья их родителей.

Дети часто страдали головными болями, заболеваниями кожи, сердца и мочеполовой системы, оказались восприимчивыми к инфекционным и вирусным болезням, имея ослабленный иммунитет. Анатомически они отличались удлиненным ростом и не типичной «узкогрудостью», по сравнению с их ровесниками, проживающими в СССР. Советские врачи относили таких детей к «акселератам», т.е. имеющим ускоренное физическое развитие организма, и не считали это патологией.

У внуков проявлялись иные физиологические изменения. Их поколение отличала повышенная утомляемость и слабость мышц, избыточная масса тела и ожирение в подростковом возрасте. Также как и их родители в детском возрасте, они страдали неврологическими заболеваниями, трудно адаптировались к внешним условиям среды. Внуки, в отличие от предыдущих поколений, приобрели специфические патологии сердечно-сосудистой системы, органов

зрения, костно-мышечного аппарата, которые требовали уже более глубокого и комплексного медицинского обследования, сложного системного лечения.

Проблема здоровья потомков атомщиков актуальна и сегодня. За прошедшее время врачи научились диагностировать сложные случаи отклонений в здоровье у детей и внуков, но пока все эти болезни так и не удалось свести в единую классификацию. Генетические патологии, вызванные переоблучением предыдущих поколений, многообразны по своей симптоматике и характеру проявлений. Это связано, в первую очередь, с ДНК-кодом организма, который у каждого человека по-своему уникален и неповторим.

Заключение

К началу реализации Манхэттенского проекта (1942 г.) США лидировали в мире в области освоения ядерной энергии, в том числе и в изучении медицинских последствий при работе с радиоактивными материалами. Американские ученые располагали к этому времени обширной базой научных данных о воздействии радиоизотопов на живые организмы в целом, а также на его отдельные органы и системы (кроветворную, дыхательную, пищеварительную и др.) Значительное развитие в США в этот период получили ряд новых научных направлений в медицине, таких как токсикология, радиология. На стыке биологии и физики, химии и медицины зарождалась более перспективная научная отрасль – биофизика.

Помимо материально-технической базы для проведения научно-экспериментальных медицинских исследований и организации практической деятельности, США располагали кадрами рентгенологов, радиологов, радиотерапевтов и других медицинских специалистов, обладающих значительными компетенциями и опытом работы в условиях повышенной радиационной опасности.

Следует отметить, что на первых плутониевых объектах в г. Ричленде большое внимание уделялось контролю за радиоактивной обстановкой, обучению эксплуатационного персонала безопасным методам работы. Американские ученые и специалисты имели возможности конкретно на рабочих местах разъяснять, инструктировать производственников по вопросам охраны труда и сохранения здоровья атомщиков. В результате, предприятия самой опасной отрасли промышленности – атомной – стали самыми безопасными из всех предприятий США.

В отличие от США, в Советском Союзе огромная по масштабам и сложная работа по созданию ядерно-оружейного комплекса осуществлялась в крайне тяжелый период послевоенного времени, в условиях невероятной спешки и

секретности, отсутствия многих знаний о физико-химических свойствах радиоактивных веществ, воздействии радиации на живые организмы и природу.

При вводе в эксплуатацию первого в СССР плутониевого предприятия – химкомбината «Маяк» не удалось создать эффективной системы радиационной безопасности, должного медицинского обеспечения персонала. Практически без радиационно-биологической защиты состоялся пуск первого советского промышленного ядерного реактора, а затем радиохимического и химико-металлургического производства. В первые 5-7 лет деятельности «Маяка» атомщики оказались под сильным радиационным воздействием, переоблучались, расплачивались за это здоровьем, а некоторые и своими жизнями.

Наряду с работниками ядерных объектов, которые осваивали крайне опасное производство, тяжелый путь изучения и познания новых заболеваний, вызванных воздействием ионизирующего излучения, проходили и медики.

За довольно короткое время, ценой невероятных усилий со стороны ученых и врачей на первых советских ядерных объектах была создана эффективная система медицинского контроля за здоровьем и лечением производственного персонала, населения атомных городов.

Несмотря на определенные различия, в целом организация медицинского обслуживания атомщиков в США и Советском Союзе была схожей. Многие методы проведения контроля и диагностики здоровья производственного персонала, формы исследований и способы лечения оказались в значительной степени идентичными по своим задачам и содержанию. Периодические медосмотры, постоянный контроль за состоянием состава крови персонала, создание и функционирование медицинских станций на предприятиях в США и здравпунктов в СССР, а также вывод в «чистые условия» облученных лиц – являлись общей практикой в здравоохранении первых плутониевых производств двух стран.

Одной из сложных проблем, возникших особенно на начальном этапе деятельности ядерных объектов, стало их техногенное радиационное воздействие на окружающую среду и человека. Масштабные загрязнения территорий

радиоактивными веществами наносили серьезный ущерб здоровью людей и природе.

На первых советских атомных предприятиях, в частности, на химкомбинате «Маяк», имели место крупные по своим масштабам техногенные аварии и катастрофы, повлекшие за собой серьезные медицинские и социально-экологические последствия. Самыми тяжелыми аварийными ситуациями стали река Теча и озеро Карачай, пострадавшие от несанкционированных сбросов радиоактивных отходов в открытые водоемы, а также радиационная авария 1957 г. на химкомбинате «Маяк», образовавшая, в конечном итоге, Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) протяженностью более 300 км, под который попали города и села трех областей - Челябинской, Свердловской и Курганской. В ходе работ по ликвидации последствий радиационных аварий советские ученые и специалисты, в том числе и работники здравоохранения, получив в свое распоряжение огромный эмпирический материал, смогли на его основе не только успешно осуществлять медицинское обслуживание пострадавшего населения, но и выработали методические рекомендации по долговременному контролю за здоровьем эвакуированных и проживающих вблизи ВУРСа людей. Авария 1957 г. стала своеобразным катализатором дальнейшего развития радиационной медицины, других перспективных научных направлений.

Медицинское наблюдение за населением, облучившимся вследствие радиационных аварий и инцидентов, важно было продолжать. Особое внимание при этом уделялось детям, родившимся от облученных родителей. Актуальным оставался и вопрос о реабилитации (психологической, социальной) людей, которые ощутили на себе все тяготы переселения или ограничения от привычного образа жизни в своих населенных пунктах.

Многие факты свидетельствуют о том, что далеко не все благополучно обстояло и в атомной отрасли США. Техногенные инциденты, такие как: загрязнение радиоактивными отходами реки Колумбия, выброс в атмосферу радиоактивных аэрозолей и разнос их ветровыми потоками над близлежащими

территориями, загрязнение почв в результате многочисленных протечек емкостей для хранения радиоактивных отходов имели место и в деятельности ядерных объектов Хэнфордского плутониевого комплекса. Как правило, они сопровождались ухудшением здоровья людей и загрязнением природной среды.

Для того, чтобы не посеять панику среди населения, радиационные инциденты в США и СССР часто замалчивались, не придавались огласке, скрывались от общественности. Причем облучение, проживающего в зоне поражения местного населения, в двух ядерных державах было как внешним, так и внутренним - за счет потребления речной воды и продуктов питания местного производства. При подобных случаях именно медицинские работники сыграли одну из решающих ролей в предотвращении возможных рецидивов заболеваний среди пострадавших, смогли минимизировать некоторые социальные негативные последствия для населения. Многие предложения как американских, так и советских медиков легли в основу целого ряда мероприятий по снижению отрицательного радиационного воздействия на людей и природу.

Создание и развитие системы здравоохранения в исследуемый период на первых плутониевых предприятиях США и СССР, по нашему мнению, прошло в несколько этапов.

На первом этапе, который в США пришелся на 1942 – 1943 гг., а в СССР соответственно на 1945-1947 гг., закладывались организационно-управленческие основы радиационной медицины, осуществлялся подбор и подготовка кадров, формировались научно-исследовательские центры.

В процессе второго этапа в США (1944-1946 гг.) и в СССР (1948-1953 гг.), наряду с вводом в эксплуатацию и освоением основных объектов плутониевого производства, создавались службы дозиметрического и медицинского контроля за здоровьем атомщиков, решение многих проблем радиационной медицины переносилось непосредственно из лабораторных условий в заводские.

Как отмечалось ранее, второй этап особенно на химкомбинате «Маяк» стал наиболее сложным не только с точки зрения освоения нового производства и технологий, но и медицинского обслуживания персонала. В связи с массовым

переоблучением работающих, появлением новых форм заболеваний (плутониевый пневмосклероз, остеосаркома, лучевые катаракты и др.), медикам химкомбината «Маяк» пришлось впервые заниматься поиском эффективных средств диагностики и лечения этих ранее неизвестных болезней, трудиться гораздо напряжённее и интенсивнее по сравнению с американскими специалистами, выдерживать значительные физические и психологические перегрузки.

Новый, третий этап в развитии радиационной медицины в США наблюдался с 1947 до 1950-х гг., когда после завершения Манхэттенского проекта американские специалисты приступили к изучению заболеваний (в том числе онкологических), вызванных облучением людей. В данный период времени осуществлялись также мероприятия по ликвидации медицинских последствий среди населения, проживающего на территории вблизи Хэнфорда, в бассейне реки Колумбия.

На химкомбинате «Маяк» третий этап следует отнести к 1953-началу 1960 гг., когда благодаря улучшению условий труда, атомщики совместно с медиками ценой невероятных усилий и значительных жертв смогли преодолеть тяжелейшую радиационную ситуацию. Наряду с радиационной медициной в это время получают свое развитие новые перспективные научные направления такие, как радиационная биология, биофизика, радиоэкология и другие. В 1953 г. на базе специализированного стационара МСО-71 химкомбината был создан Филиал института биофизики (ФИБ-1) и в 1958 г. Опытная научно-исследовательская станция (ОНИС), ставшие вскоре крупными научными центрами на Урале и в стране в целом.

В диссертации отмечается, что в период обострения холодной войны и гонки ядерных вооружений развитие атомной медицины в этих двух странах пошло несколько разными друг от друга путями. Связано это было с тем, что радиобиологические и радиологические центры США на четвертом этапе, в начале 1960- 1970 гг., активно подключились к военным испытаниям с целью получения большего финансирования своей деятельности, участвовали в

антигуманных военных программах, в частности, при создании биологического, радиационного и других видов оружия массового поражения. В лабораториях американских университетов, ранее принимавших активное участие в Манхэттенском проекте, разрабатывалось также бактериологическое и вирусное оружие против СССР и других стран. Радиологические центры, в которых работали известные ученые и специалисты атомной отрасли США, проводили медицинские эксперименты на живых людях с применением инъекций урана, плутония и радиоактивного йода. Несмотря на всю чудовищную сущность этих экспериментов, американцам по их результатам удалось изучить реакцию организма человека или его отдельных органов на радиоактивные вещества, определить некоторые методы лечения и т.д.

На завершающем этапе создания и развития радиационной медицины, который пришелся на 1970-начало 1990-х гг. в США и СССР, усилия ученых в основном были сосредоточены на исследовании долгосрочных последствий радиационного облучения атомщиков, населения и их потомков. Изучение отдаленных последствий способствовало дальнейшему развитию радиационной генетики. В этот период времени американские и советские ученые внесли значительный вклад в исследование здоровья потомков атомщиков и пострадавшего от радиации населения. У детей и, особенно, внуков атомщиков врачами в обеих странах были отмечены значительные изменения в структуре ДНК, которые вели к существенным трансформациям их здоровья. Полученные генетические данные имеют особую социальную, научную и медицинскую значимость, поскольку дают возможность оценить генофонд поколений, пострадавших от облучения.

Подводя итоги нашему исследованию, отметим, что радиационная медицина Советского Союза, созданная за короткое время в крайне неблагоприятных социально-экономических условиях, по сравнению с США, считается по праву одной из лучших и эффективных в мире. Во многом благодаря самоотверженному и героическому труду ученых, медицинских работников

удалось избежать значительных человеческих потерь, сохранить здоровье многим атомщикам и жителям населенных пунктов.

Список сокращений и условных обозначений

АЕС – Комиссия по атомной энергии США.

Беккерель (Бк, Вq) – Единица активности нуклида в радиоактивном изотопе.

Бэр (Бэр, Rem) – единица эквивалентной дозы. 1 Бэр = 0,01 Зв.

Грей (Гр, Gy) – Количество энергии ионизирующего излучения, поглощенной массой физического тела, например, тканями организма. 1 Гр = 1 Дж / кг.

DOE - Министерство энергетики США.

HEDR – Хэнфордский проект реконструкции доз в окружающей среде.

IRB - Институт радиобиологии и биофизики в США.

Зиверт (Зв, Sv) – единица поглощенной дозы умноженная на коэффициент, учитывающий радиационную опасность для организма разных видов ионизирующего излучения. 1 Зв = 1 Дж /кг = 1 Гр.

Кюри (Ки, Ci) – это единица активности радиоизотопа. 1 Ки = 3,700 * 10¹⁰ Бк.

Микрокюри – это 1*10⁻⁶ распада активности изотопа в минуту, т.е. 0,000001 кюри.

ОНИС – Опытная научно-исследовательская станция (п. Метлино, Озерского городского округа)

Рад – единица поглощенной дозы излучения. 1 рад = 0,01 Гр.

ФИБ-1 (Сегодня ЮУрИБФ) - Южно-Уральский институт биофизики в г. Челябинск-40 (ныне г. Озёрск).

ФИБ-4 - Филиал института биофизики № 4 (г. Челябинск). Сегодня Уральский научно-практический центр радиационной медицины.

Список источников и литературы

1. Источники

1.1. Неопубликованные источники

1. Группа Фондов Научно-технической документации ФГУП ПО «Маяк» (ГФ НТД ФГУП ПО МАЯК).

1. Архив ОНИС. Инв. №№ 5;7. Отчет о радиологической обстановке в районе размещения ПО «Маяк».
2. Ф.1. ФГУП Производственное объединение «Маяк».
3. Ф.11. Документы Центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) химкомбината «Маяк».
4. Ф.15. Документы Медико – санитарного отдела №71 (МСО-71) химкомбината «Маяк».
5. Ф.16. Документы Филиала института биофизики (ФИБ-1).

2. Муниципальный архив Озерского городского округа (МАОГО).

1. Ф.111. Объединенный архивный фонд Южно-Уральского управления строительства и его подведомственных организаций.

3. Объединенный государственный архив Челябинской области (ОГАЧО).

1. Ф. П-288. Челябинский областной комитет КПСС, г. Челябинск Челябинской области (1934-1962, 1964-1991).

1.1.2. Неопубликованные источники личного происхождения

1. Воспоминания эпидемиолога, д.м.н. ФИБ-1 Н.А. Кошурниковой // личный архив автора;
2. Воспоминания о работе ФИБ-1 директора Южно-Уральского института биофизики д.м.н. С.А. Романова // личный архив автора.

1.2. Опубликованные источники

1. Национальное управление архивов и документации (NARA). [Электронный ресурс]: URL: <https://www.archives.gov/> (дата обращения: 19.06.2022).

1. NARA: NN3.SLC-16.box.001. United States Radium Corporation (01.09.1921 - 15.07.1981). Series: Records Related to Radium Dial Painters, 1917 – 1949. Collection: Safety Light Collection, 1916 – 1949. [Электронный ресурс]: URL:<https://catalog.archives.gov/id/75720458> (дата обращения: 03.01.2023).

2. Архив Министерства энергетики США (DOE). [Электронный ресурс]: URL: <https://www.energy.gov/lm/doe-history/historical-resources/researching-doe-records>; <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/experiments/index.html>. (дата обращения: 19.06.2022).

1. DOE: H-3753. NO.1.OF.4. Series 17. Manhattan District history. Medical program. 31 December 1946. 280 p.

2. DOE: PNWD-2222. Hanford Environmental Dose Reconstruction Project. [Электронный ресурс]: URL:<https://web.archive.org/web/20100812054326/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/history/release.html#Columbia> (дата обращения: 15.01.2023)

3. DOE: F.RG.326. box.3738.folder.3. Archives U.S. U.S. Atomic Energy Commission Minutes of Commissioners Executive Session 74 – 29 May 13, 1974. [Электронный ресурс]: URL: <https://web.archive.org/web/20100812054326/http://www.doh.wa.gov/hanford/publications/history/release.html#Green#Green> (дата обращения: 15.01.2023).

4. DOE: F.RHTG.72984. box.603. folder.707065. Proposed Medical Research Program 1946 to 1947. [Электронный ресурс]: URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/roadmap/experiments/index.html>. (дата обращения: 28.12.2022).

3. Голоса Манхэттенского проекта – онлайн-архив Фонда атомного наследия и исторического общества Лос-Аламоса. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 19.06.2022).

1.2.2. Сборники документов и материалов

1. Атомный проект СССР: документы и материалы: в 3 т./ под ред. Л.Д. Рябева. – М.: Наука-Физматлит; Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1998-2010.

2. National Security Archive at GWU. Advisory Committee on Human Radiation Experiments. Final report. October, 1995.

1.2.3. Нормативно-правовые акты

1. National bureau of standards handbook HB 20. X-Ray Protection. USA, Washington: Government printing office, 1936. 35 p.

2. National bureau of standards handbook H23. Radium protection. USA, Washington: Government Printing office, 1938. 12 p.

3. Закон РФ от 20.05.1993 г. № 4995-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии в 1957 году на производственном объединении «Маяк» и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/10108858>.

4. Закон РФ от 15.05.1991 г. № 1244-1 «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/185213>.

5. Постановление Совета Министров – Правительства Российской Федерации от 30.03.1993 г. № 253 «О порядке предоставления компенсаций и льгот лицам, пострадавшим от радиационных воздействий» [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/103312>.

1.2.4. Периодическая печать

Газеты

1. Associated Press. Tri-City Herald, October 19, 1988. P.2. URL: <https://www.tricityherald.com/news/local/hanford/article87299117.html> (дата обращения: 19.02.2022). – Текст: электронный.

2. Seattle Post-Intelligencer. April 19, 2002. P.9. URL: <https://www.seattlepi.com/news/article/In-strange-twist-Hanford-cleanup-creates-latest-1085575.php> (дата обращения: 20.02.2022). – Текст: электронный.

3. New York Times. December 21, 1988. P.5. URL: <https://www.nytimes.com/1988/12/21/us/us-now-to-keep-atom-plant-vow.html> (дата обращения: 23.01.2023). – Текст: электронный.

1.2.5. Опубликованные источники личного происхождения

1. Брохович, Б.В. О современниках: Воспоминания о первостроителях и ветеранах ПО «Маяк»: В 4 ч. / Б. В. Брохович. – Озёрск: Типография ПО «Маяк», 1998–2003. – Текст: непосредственный.

2. Брохович, Б.В. Химический комбинат «Маяк»: История. Серпантин событий: (Воспоминания) / Б.В. Брохович. – Озёрск, 1996. – 171 с. – Текст: непосредственный.
3. Oral History of Stafford Warren. US Department of Energy. Washington, DC: Office of Human Irradiation Experiments, 1995. [Электронный ресурс].URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 20.04.2020)
4. Oral History of Dr. John W. Gofman. US Department of Energy. Washington, DC: Office of Human Irradiation Experiments, 1995. [Электронный ресурс].URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 20.04.2020)
5. Oral History of G. M. Parker. US Department of Energy. Washington, DC: Office of Experiments on Human Irradiation, 1995. [Электронный ресурс].URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 20.04.2020)
6. Oral History of Marvin Goldman. US Department of Energy. Washington, DC: Office of Experiments on Human Irradiation, 1995. [Электронный ресурс].URL: <https://www.manhattanprojectvoices.org/> (дата обращения: 20.04.2020)

2. Исследования

2.1. Монографии, статьи, тезисы

- 1.Аклеев, А. В. Последствия радиоактивного загрязнения реки Течи / А. В. Аклеев, А. А. Аклеев, Е. А. Блинова и др.; под ред. А. В. Аклеева. – Челябинск : Книга, 2016. – 390 с. – Текст: непосредственный.
- 2.Аклеев, А. В. Социально-психологические последствия аварийного облучения населения Уральского региона / А. В. Аклеев, В. П. Гриценко, Т. А. Марченко. – Москва : РАДЭЖОН, 2008. – 351 с. – Текст: непосредственный.
- 3.Аклеев, А. В. Теча: до и после атомного проекта / А. В. Аклеев, В. Н. Новоселов, С. А. Шалгинов; под ред. А. В. Аклеева. – Челябинск : Книга, 2015. – 330 с. – Текст: непосредственный.
- 4.Аклеев, А. В. Хронический лучевой синдром у жителей прибрежных сёл реки Теча / А. В. Аклеев. – Челябинск : Книга, 2012. – 464 с. – Текст: непосредственный.

- 5.Аклеев, А. В. Медико-биологические эффекты хронического воздействия ионизирующей радиации на человека / А. В. Аклеев, Л. Ю. Крестинина, Т. А. Ворфоломеева и др. – Текст: непосредственный // Медицинская наука и образование Урала. – 2008. – №2. – С.8 – 10.
- 6.Алексахин, Р. М. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р. М. Алексахин, Л. А. Булдаков, В. А. Губанов и др.; под ред. акад. РАМН Л. А. Ильина, В. А. Губанова. – Москва : ИздАТ, 2001. – 752 с. – Текст: непосредственный.
- 7.Алексахин, Р. М. Биологическое действие малых доз ионизирующих излучений / Р. М. Алексахин. – Текст: непосредственный // Атомная энергия. – 1975. – Т.39. – Выпуск 2. – С.155–156.
- 8.Алексеев, В. В. Советский атомный проект как феномен мобилизационной экономики / В. В. Алексеев, Б. В. Литвинов. – Текст: непосредственный // Наука и общество: история советского атомного проекта (1940-1950 гг.). – Москва, 1997. – Вып. 1. – С. 291 – 302.
9. Артёмов, Е. Т. Атомный проект в координатах сталинской экономики / Е. Т. Артёмов. – Москва : Политическая энциклопедия, 2017. – 343 с. – Текст: непосредственный.
- 10.Артёмов, Е. Т. Оборонные приоритеты советской научно-технической политики в первое послевоенное десятилетие/ Е. Т. Артёмов. – Текст: непосредственный // Уральский исторический вестник. – 2021. – № 4 (73). – С. 125 – 134.
11. Артёмов, Е. Т. Слагаемые успеха советского атомного проекта/ Е. Т. Артёмов. – Текст: непосредственный // Вестник Российской Академии наук. – 2020. – Том 90. – N 9. – С.870 – 881.
12. Артёмов, Е. Т. Советский атомный проект в координатах «командной экономики» / Е. Т. Артёмов. – Текст: непосредственный // Академия наук и атомная отрасль. Научные сессии Общего собрания членов РАН и Общих собраний отделений РАН. – Декабрь 2020 г. – С. 401– 415.
- 13.Артёмов, Е. Т. Укрощение урана. Страницы истории Уральского электрохимического комбината / Е. Т. Артемов, А. Э. Бедель. – Екатеринбург: Изд. ООО «СВ-96», 1999. – 351 с. – Текст: непосредственный.
- 14.Атом и медицина // Бюллетень по атомной энергии. – 2008. – №2. – С.40 – 57. – Текст: непосредственный.

15. Атомная отрасль России: События. Взгляд в будущее. Министерство атомной энергии РФ за 50 лет / сост. Михайлов В. Н. и др. – Москва : ИздАТ, 1998. – 334 с. – Текст: непосредственный.
16. Байсоголов, Г. Д. Клиническая картина хронической лучевой болезни в различные периоды ее течения / Г. Д. Байсоголов. – Москва, 1961. – 333 с. – Текст: непосредственный.
17. Бакуров, А. С. Альма-матер отечественной радиоэкологии / А. С. Бакуров. – Озерск, 2017. – 125 с. – Текст: непосредственный.
18. Бакуров, А. С. Научный и практический опыт ликвидации последствий аварии 1957 г. / А. С. Бакуров. – Текст: непосредственный // Библиотека журнала «Вопросы радиационной безопасности». – 2005. – № 4. – С. 8 – 21.
19. Барабанова, А. В. Радиационные поражения человека / А. В. Барабанова, А. Е. Баранов, А. Ю. Бушманов, А. К. Гуськова. – Москва : Фирма «Слово», 2007. – 171 с. – Текст: непосредственный.
20. Бочкарева, И. А. Формирование и развитие системы радиационной безопасности на Урале в 1945–1991 гг. / И. А. Бочкарева. – Екатеринбург: ООО Универсальная Типография «Альфа-Принт», 2022. – 188 с. – Текст: непосредственный.
21. Булдаков, Л. А. Медицинские последствия радиационной аварии на Южном Урале в 1957 г. / Л. А. Булдаков, С. Н. Демин, М. М. Косенко и др. – Текст: непосредственный // Медицинская радиология. – 1990. – №12. – С. 11 – 16.
22. Булдаков, Л. А. Радиоактивное излучение и здоровье / Л. А. Булдаков, В. С. Калистратова. – Москва: Атом-Информ, 2003. – 165 с. – Текст: непосредственный.
23. Булдаков, Л. А. Радиационная безопасность населения, проживающего в районе расположения предприятия атомной промышленности / Л. А. Булдаков, С. Н. Демин, Н. А. Кошурникова и др. – Текст: непосредственный // Атомная энергия. – 1989. – Т. 67. – Выпуск 2. – С. 81– 83.
24. Буйков, В. А. Психическое здоровье населения Южного Урала, подвергшегося радиационному облучению (клинико-динамический, реабилитационный, превентивный аспекты) / В. А. Буйков, П. П. Балашов, А. В. Аксеев, В. В. Колмогорова. – Москва : Фрегат, 2007. – 304 с. – Текст: непосредственный.
25. Буртовая, Е. Ю. Депрессивные расстройства у облученного населения Южного Урала в отдаленные периоды после радиационных инцидентов / Е. Ю. Буртовая,

- В. А. Буйков, А. В. Аклеев, В. В. Колмогорова. – Москва : Фрегат, 2008. – 206 с. – Текст: непосредственный.
- 26.Быстрова, И. В. Военно-промышленный комплекс СССР в годы холодной войны (вторая половина 1940-х – начало 1960-х годов). / И. В. Быстрова. – Москва: ИРИ РАН, 2000. – 361 с. – Текст: непосредственный.
- 27.Быстрова, И. В. Советский военно-промышленный комплекс: проблемы становления и развития (1930 – 1980-е годы). / И. В. Быстрова. – Москва : ИРИ РАН, 2006. – 702 с. – Текст: непосредственный.
- 28.Бюллетень Комиссии по разработке научного наследия академика В. И. Вернадского: из неопубликованных материалов и др./ отв. ред. А. И. Мелуа. – Текст: непосредственный // АН СССР, Ин-т истории естествознания и техники, Ленингр. отд. – Ленинград : Наука, 1988. – № 3 – С. 36.
- 29.Василенко, И. Я. Хронические радиационные поражения / И. Я. Василенко, О. И. Василенко. – Текст: непосредственный // Бюллетень по атомной энергии. – 2006. – №1. – С.45 – 48.
- 30.Вернадский и Урал. Заповедные Ильмены. Бюллетень. – Миасс, 2013. – С.1-2. – Текст: непосредственный.
- 31.Восточно-Уральский радиоактивный след. Проблема реабилитации населения и территории Свердловской области / под ред. В. Н. Чуканова. – Екатеринбург : УрО РАН, 2000. – 286 с. – Текст: непосредственный.
- 32.Гернек, Ф. Пионеры атомного века. Великие исследователи: от Максвелла до Гейзенберга общ. ред. и вступит. статья чл. – корр. АН СССР Ю.А. Жданова. – Москва : Прогресс,1974. – С.105 – 106, 334 – 335. – Текст: непосредственный.
- 33.Грешилов, А. А. Ядерный щит / А. А. Грешилов, Н. Д. Егупов, А. М. Матушенко. – Москва : Логос, 2008. – 421 с. – Текст: непосредственный.
- 34.Громова, М. Люди в белых халатах/ М. Громова. – Обнинск : Эндемик, 2004. – 88 с. – Текст: непосредственный.
- 35.Губарев, В. Профессор Ангелина Гуськова: на лезвии атомного меча / В. Губарев. – Текст: непосредственный // Наука и жизнь. – 2007. – № 4. – С. 18 – 26.
- 36.Гуськова, А. К. Атомная отрасль глазами врача / А. К. Гуськова. – Москва : Реальное время, 2004. – 240 с. – Текст: непосредственный.

37. Гуськова, А. К. Лучевая болезнь человека / А. К. Гуськова, Б. Г. Байсоголов. – Москва : Медицина, 1971. – 380 с. – Текст: непосредственный.
38. Гуськова, А. К. Медицина всегда была рядом / А. К. Гуськова. – Текст: непосредственный // Создание советской ядерной бомбы. – Москва : Энергоатомиздат, 1995. – С. 148 – 170.
39. Гуськова, А. К. Первые шаги в будущее вместе: атомная промышленность и медицина на Южном Урале / А. К. Гуськова, А. В. Аклеев, Н. А. Кошурникова. – Москва : Алана, 2009. – 183 с. – Текст: непосредственный.
40. Гуськова, А. К. Принципы и опыт оказания медицинской помощи при радиационных авариях / А. К. Гуськова. – Текст: непосредственный // Радиационная защита: как это было. – Москва, 2013. – Вып. 3. – 18 с.
41. Гуськова, А. К. Страницы истории: История становления и развития системы здравоохранения на первом атомном промышленном предприятии / А. К. Гуськова. – Текст: непосредственный // Вопросы радиационной безопасности. – 1998. – № 2. – С. 59 – 73.
42. Докладъ Комиссії по изслѣдованію мѣсторожденій радіоактивнихъ минераловъ, избранной въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія Императорской Академіи Наукъ 30 октября 1913 года / А. Карпинскій, Б. Голицынъ, М. Рыкачевъ. Ю. Чернышевъ, В. Вернадскій, П. Вальденъ // Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. – VI серия. — 1913. — Том 7, выпуск 18. – С. 1050 – 1058. – Текст: непосредственный.
43. Дощенко, В. Н. Озерск – моя вторая родина / В.Н. Дощенко. – Текст: непосредственный // Камертон. – 2003. – № 3 – 8.
44. Дощенко, В. Н. Правда о радиации (репортаж врача из полуоткрытых сейфов) / В.Н. Дощенко. – Челябинск : Транспорт, 1991. – 48 с.
45. Дощенко, В. Н. Профилактика и диагностика лучевых заболеваний в период пуска и освоения атомного производства на ПО «Маяк» / В.Н. Дощенко; под ред. Л.А. Булдакова. – Москва : ИздАт, 1995. – 80 с. – Текст: непосредственный.
46. Емельянов, Б. М. Лаборатория «Б». Сунгульский феномен / Б. М. Емельянов, В. С. Гаврильченко. – Снежинск : Изд-во РФЯЦ-ВНИИТФ, 2000. – 438 с. – Текст: непосредственный.
47. Жено, П. Защита от радиоактивных элементов / П. Жено. – Москва : Изд-во иностранной литературы, 1954. – 108 с. – Текст: непосредственный.

- 48.Игонин, В. В. Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики / В. В. Игонин. – Саратов : Изд-во саратовского университета, 1975. – 668 с. – Текст: непосредственный.
- 49.Ильин, Л. А. Радиационная медицина. Т.1. Теоретические основы радиационной медицины / Л. А. Ильин. – Москва : Издат, 2004. – 992 с. – Текст: непосредственный.
- 50.К 70-летию со дня рождения Геннадия Николаевича Романова // Вопросы радиационной безопасности. – 2005. – № 1. – С. 88 – 89. – Текст: непосредственный.
- 51.Коростелёв, Н. Н. Хроника становления и развития химико-металлургического производства плутония на производственном объединении «Маяк»: К 60-летию создания на «Маяке» производства металлического плутония / Н. Н. Коростылев. – Озёрск, 2008. – 176 с. – Текст: непосредственный.
- 52.Косенко, М. М. Последствия облучения населения в головной части восточно-уральского радиоактивного следа / М. М. Косенко, В. А. Костюченко, В. Л. Шведов, Л. А. Булдаков. – Текст: непосредственный // Атомная энергия. – 1991. – Т.71. – Выпуск 5. – С. 444 – 449.
- 53.Кохран, Т. Создание русской бомбы: От Сталина до Ельцина / Т. Кохран, Р. Норрис, Р. О. Бухарин. – Москва : Издат, 1995. – 186 с. – Текст: непосредственный.
- 54.Кошурникова, Н. А. Основные показатели здоровья населения г. Озерска в период 1948-2000 гг. / Н. А. Кошурникова, Ф.Д. Третьяков, П.В. Окатенко и др. – Текст: непосредственный // Бюллетень сибирской медицины. – 2005. – №2. – С. 29 – 35.
- 55.Крестинина, Л. Ю. Риск смерти от болезней системы кровообращения в Уральской когорте аварийно-облученного населения за 1950-2015 гг. / Л. Ю. Крестинина, С. С. Силкин, М. О. Дегтева, А. В. Аклеев. – Текст: непосредственный // Радиационная гигиена. – 2019 – Т.12. – № 1. – С. 54.
- 56.Круглов, А. К. Как создавалась атомная промышленность в СССР / А. К. Круглов. – Москва : ЦНИИАтоминформ, 1995. – 376 с. – Текст: непосредственный.
- 57.Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры / Р. М. Алексахин, Л. А. Булдаков, В. А. Губанов и др.; под ред. акад. РАМН Л. А. Ильина, В. А. Губанова. – Москва : ИздАТ, 2001. – 752 с. – Текст: непосредственный.

58. Кузнецов, В. Н. Атомные закрытые административно-территориальные образования Урала. История и современность: Ч.1. Советский период / В. Н. Кузнецов. – Екатеринбург : Банк культурной информации, 2015. – 440 с. – Текст: непосредственный.
59. Кузнецов, В. Н. Атомные закрытые административно-территориальные образования Урала. История и современность: Ч.2. Постсоветский период / В. Н. Кузнецов. – Екатеринбург : Банк культурной информации, 2016. – 384 с. – Текст: непосредственный.
60. Кыштымская авария крупным планом // Природа. – 1990. – № 5. – С.47 – 73. – Текст: непосредственный.
61. Ларин, В. И. Комбинат «Маяк» - проблема на века / В.И. Ларин. – Москва: Экопрессцентр, 2001. – 455 с. – Текст: непосредственный.
62. Линденбратен, Л. Д. Медицинская радиология: основы лучевой диагностики и лучевой терапии / Л.Д. Линденбратен, И.П. Королюк. – Москва: Изд-во Медицина, 2000. – 667 с. – Текст: непосредственный.
63. Лондон, Е. С. Избранные труды (к 100-летию со дня рождения Е.С. Лондона) / под ред. действ. члена АМН проф. Д.А. Бирюкова. – Москва-Ленинград: Изд-во Медицина, 1968. – 391 с. – Текст: непосредственный.
64. Лядов, Е. С. Радий и его значение в биологии и медицине / Е. С. Лядов. – Санкт-Петербург: Наука и искусство, 1911. – 68 с. – Текст: непосредственный.
65. Мартюшов, В. З. Восточно-Уральский государственный заповедник / В. З. Мартюшов. – Текст: непосредственный // Вопросы радиационной безопасности. – 1997. – № 3. – С. 42 – 57.
66. Михайлов, В. Н. Создание первой советской атомной бомбы / В. Н. Михайлов, А. М. Петросьянц, Б. В. Горобец, В. В. Кротко, А.К. Круглов и др. – Москва : Энергоатомиздат, 1995. – 448 с. – Текст: непосредственный.
67. Мельникова, Н. В. Атомный проект СССР: современная отечественная историография и источники / Н. В. Мельникова, Э. А. Бедель. – Текст: непосредственный // Экономическая история: ежегодник 2014/15. – Москва : ИРИ РАН, 2016. – С. 492 – 513.
68. Мельникова, Н. В. Американские и российские исследования истории атомного проекта СССР: сравнительный анализ / Н. В. Мельникова, П. Р.

Джозефсон. – Текст: непосредственный // Вопросы истории естествознания и техники. – 2016. – Т. 37. – № 1. – С. 85 – 109.

69. Мельникова, Н. В. Советский атомный проект: опыт кадрового обеспечения / Н. В. Мельникова; отв. ред. Е. Т. Артёмов. – Москва: Политическая энциклопедия, 2022. – 390 с. – Текст: непосредственный.

70. Мельникова, Н. В. Феномен закрытого города / Н. В. Мельникова; отв. ред. С. П. Постников. – Екатеринбург : Банк культурной информации, 2006. – 176 с. – Текст: непосредственный.

71. Мельникова, Н. В. Женская занятость в советском атомном проекте / Н. В. Мельникова. – Текст: непосредственный // Российская история. – 2017. – № 6. – С. 155–165.

72. Мельникова, Н. В. История взаимодействия атомной энергетики и общества в России / Н. В. Мельникова, Е. Т. Артемов, А. Э. Бедель и др. – Екатеринбург : Институт истории и археологии УРО РАН, 2018. – 127 с. – Текст: непосредственный.

73. Москалев, Ю. И. Всесоюзная конференция «отдаленные последствия и оценка риска воздействия радиации/ Ю. И. Москалев. – Текст: непосредственный // Атомная энергия. – 1979. – Т.46. – Выпуск 4. – С. 289 – 290.

74. Никипелов, Б. В. Опыт первого предприятия атомной промышленности: (уровни облучения и здоровье персонала) / Б. В. Никипелов, А. Ф. Лызлов, Н. А. Кошурникова. – Текст: непосредственный // Природа. – 1990. – № 2. – С. 30 – 38.

75. Никипелов, Б. В. Радиационная авария на Южном Урале в 1957 г./ Б. В. Никипелов, Г. Н. Романов, Л. А. Булдаков и др. – Текст: непосредственный // Атомная энергия. – 1989. – Т.67. – Выпуск 2. – С.74 – 80.

76. Новоселов, В. Н. Атомное сердце России / В. Н. Новоселов. – Челябинск: Автограф, 2014. – 528 с. – Текст: непосредственный.

77. Новоселов, В. Н. Атомный след на Урале / В. Н. Новоселов, В. С. Толстиков. – Челябинск: Рифей, 1997. – 240 с. – Текст: непосредственный.

78. Новоселов, В. Н., Толстиков, В. С. Тайны Сороковки / В.Н. Новоселов, В.С. Толстиков. – Екатеринбург: ИПП «Урал. рабочий», 1995. – 447 с.

79. Новоселов, В. Н. Создание атомной промышленности на Урале: монография / В. Н. Новоселов. – Челябинск: Урал ГАФК, 1999. – 278 с. – Текст: непосредственный.
80. Петрушкина, Н. П. Здоровье потомков работников предприятия атомной промышленности производственного объединения «Маяк» / Н. П. Петрушкина. – Москва: Радэкон, 1998. – 184 с. – Текст: непосредственный.
81. Пешкова, К. В. Медицинские радиационные эксперименты в США (начало 1930 - середина 1970-х гг.) / К. В. Пешкова. – Текст: электронный // Genesis: исторические исследования. – 2021. – № 9. – С. 13 – 28. – URL: https://nbpublish.com/e_hr/contents_2021_9.html#34543 (дата обращения: 30.01.2023).
82. Побережников, И. В. Повседневность закрытых атомных городов СССР/ И. В. Побережников, Н. В. Мельникова. – Текст: непосредственный // Труды Отделения историко-филологических наук РАН. – 2020. – Т. 10. – С. 35 – 50.
83. Полухин, Г.А. Атомный первенец России. ПО «Маяк». Исторические очерки. Часть 1. / Г. А. Полухин. – Озерск, 1998. – 156 с. – Текст: непосредственный.
84. Плохих, Г.П. Радиация - малые дозы. Как защитить здоровье/ Г.П. Плохих. – Челябинск, 2000. – 78 с. – Текст: непосредственный.
85. Радиация. Дозы. Эффекты. Риск. / пер. с англ. Ю.А. Банникова. – Москва : Мир, 1988. – 79 с. – Текст: непосредственный.
86. Романов, Г. Н. Авария 1957 года в ряду мировых ядерных катастроф: ее место и значение / Г. Н. Романов. – Текст: непосредственный // Охрана природы Южного Урала: областной экологический альманах. – Челябинск, 2007. – С. 12–18.
87. Романов, Г. Н. Кыштымская авария: секреты и мифы (западный анализ аварии 1957 г.) / Г. Н. Романов. – Текст: непосредственный // Вопросы радиационной безопасности. – 1997. – № 3. – С. 63–71.
88. Романов, Г. Н. Облучение населения и медицинские последствия аварии/ Г. Н. Романов, Л. А. Булдаков, В. Л. Шведов. – Текст: непосредственный // Природа. – 1990. – № 5. – С. 63 – 66.
89. Романов, Г. Н. Радиационная авария на ПО «Маяк»: практика контрмер, их эффективность и извлеченные уроки / Г. Н. Романов. – Текст: непосредственный // Вопросы радиационной безопасности. – 1997. – № 3. – С.3 – 17.

90. Романов, С. А. Медико-биологические аспекты радиационной безопасности персонала ПО «Маяк» / С. А. Романов, Н. А. Кошурникова, В. И. Тельнов. – Текст: непосредственный // Охрана природы Южного Урала: областной экологический альманах. – Челябинск, 2008. – С. 70 – 81.
91. Роудс, Р. Создание атомной бомбы/ Р. Роудс. – Москва : КоЛибри, 2020. – 1056 с. – Текст: непосредственный.
92. Сохина, Л. П. Плутоний в девичьих руках. Док. повесть о работе хим.-металлург. плутониевого цеха произв. об-ния «Маяк» в период его становления (1945—1950 гг.) / Л. П. Сохина, Я. И. Колотинский, Г. В. Халтурин; предисл. А. К. Гуськовой. – Екатеринбург: Литур, 2003. – 157 с. – Текст: непосредственный.
93. Тихонов, А. Муслюмово – деревня на ядерной свалке/ А. Тихонов. – Челябинск, 1995. – 14 с. – Текст: непосредственный.
94. Толстиков, В. С. Советский атомный проект в отечественной и зарубежной историографии / В. С. Толстиков. – Текст: непосредственный // Вопросы истории. – 2013. – № 6. – С. 161 – 167.
95. Толстиков, В. С. Социально-экологические последствия развития атомной промышленности на Урале (1945-1998 гг.): монография / В. С. Толстиков. – Челябинск: ЧГИК, ЧИПКРО. – 1998. – 301 с. – Текст: непосредственный.
96. Толстиков, В. С. Ядерное наследие на Урале: исторические оценки и документы / В. С. Толстиков, В. Н. Кузнецов // Ин-т истории и археологии Урал. отделения Рос. акад. наук; отв. ред. А. В. Сперанский. – Екатеринбург: Банк культурной информации, 2017. – 400 с. – Текст: непосредственный.
97. Третьяков, Ф.Д. Демографическая ситуация в г. Озерске / Ф.Д. Третьяков, С.А. Романов, М.С. Прищепова, В.П. Рыжов // Юж.-Урал. ин-т биофизики, ЦМСЧ-71. – Озерск: Редакционно-издательский центр ВРБ, 2007. – 32 с. – Текст: непосредственный.
98. Третьяков, Ф.Д. Основные показатели смертности населения г. Озерска за 50 лет / Ф. Д. Третьяков, Н. А. Кошурникова, В. В. Креслов и др. – Текст: непосредственный // Вопросы радиационной безопасности. – 2002. – № 1. – С. 28 – 45.
99. Трякин, П. И. Профилакторию ПО «Маяк» 40 лет/ П. И. Трякин. – Озерск, 2000 г. – 93 с. – Текст: непосредственный.

100. Уткин, В. И. Радиоактивные беды Урала / В. И. Уткин, М. Я. Чеботина, А. В. Евстигнеев и др.; отв. ред. В. И. Уткин. – Рос. акад. наук, Урал. отд-ние, Ин-т геофизики. — Екатеринбург: Урал. отд-ние РАН, 2000. – 94 с. – Текст: непосредственный.
101. Холловэй, Д. Сталин и бомба: Советский Союз и атомная энергия. 1939-1956/ Д. Холловэй. – Новосибирск: Сибирский хронограф, 1997 – 627 с. – Текст: непосредственный.
102. Чернецкая, Г.А. След 57 года: сборник воспоминаний ликвидаторов аварии 1957 г. на ПО «Маяк» // сост. Г.А. Чернецкая. – Озёрск: ФГУП «ПО «Маяк», 2007. – 216 с. – Текст: непосредственный.
103. Черников, В. Особое поколение: литературные портреты работников ФГУП ПО «Маяк»: в 2-х частях / В. Черников. – Челябинск, 2008. – 266 с. – Текст: непосредственный.
104. Шведов, В.Л. Резонанс: Радиоактивное загрязнение Челябинской области / В. Л. Шведов, А. В. Аклеев, П. В. Голощанов. – Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1992. – 56 с. – Текст: непосредственный.
105. Ярмоненко, С. П. Отечественная радиобиология. История и люди/ С. П. Ярмоненко. – Москва: РАДЭКОН, 1997. – 102 с. – Текст: непосредственный.
106. Adrian, M.K. Thomas. The History of Radiology / Thomas M.K. Adrian, Banerjee K. Arpan. United Kingdom: Oxford University Press, 2013. 240 p. – Текст: непосредственный.
107. Brown, K. Plutopia: nuclear families, atomic cities, and the great soviet and American plutonium disasters / K. Brown. New York: Oxford University Press, NY, 2013. 406 p. – Текст: непосредственный.
108. Department of Defense Report on Search for Human Radiation Experiment Records. Vol. 2.: 1944-1994 – U.S.: Department of Defense, June 1997. 460 p. – Текст: непосредственный.
109. Did J. Marion Sims Deliberately Addict His First Fistula Patients to Opium? – Research Gate – November 1, 2017. – P.15–16. – Текст: непосредственный.
110. Gerber, Michele Stenhjem. On the Home Front: The Cold War Legacy of the Hanford Nuclear Site / Michele Stenhjem Gerber. Nebraska: University of Nebraska Press, 1992. 783 p. – Текст: непосредственный.

111. Gilbert, E.S. Lung cancer risks from plutonium: an updated analysis of data from the Mayak worker cohort / E.S. Gilbert, M.E. Sokolnikov, D.L. Preston, S. J. Schonfeld, A. E. Schadilov, E. K. Vasilenko, N. A. Koshurnikova. – Текст: непосредственный // *Radiat. Res.* 2013. V. 179, N 3. P. 332–342.
112. Goliszek A. In The Name of Science: A History of Secret Programs, Medical Research, and Human Experimentation/ A. Goliszek. New York: St. Martin's Press, 2003. 384 p. – Текст: непосредственный.
113. Eben M. Byers. The Effect of Gamma Rays on Amateur Golf, Modern Medicine and the FDA. / Byers M. Eben. – Текст: непосредственный // *Heritage*. Vol. 12. No 1. 2004. P.6-7.
114. Historique de la maison Radiguet, extrait de *Lumière électrique à domicile par la pile Radiguet, Radiguet et Massiot constructeurs*. – Notice. – № 98. – edition 5. – 1906. – Текст: непосредственный.
115. Hempelmann, L. H. The Acute Radiation Syndrome. A Study of Ten Cases and a Review of the Problem. Volume 2 / L.H. Hempelmann, Herman Lisco. Los Alamos: Los Alamos scientific laboratory of the University of California. 17 march 1950. 91 p. – Текст: непосредственный.
116. Hempelmann, Louis H. What has happened to the survivors of the early Los Alamos nuclear accidents? / Louis H. Hempelmann, Clarence C. Lushbaugh and George L. Voelz. – Текст: непосредственный// *Conference for Radiation Accident Preparedness, Oak Ridge, TN, October 19-20, 1979*. 35 p.
117. Josephson, P. Red Atom: Russia's Nuclear Power Program from Stalin to Today/P. Josephson. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2005. 352 p. – Текст: непосредственный.
118. Josephson, P. Nuclear Russia: The Atom in Russian Politics and Culture (Russian Shorts). Bloomsbury Academic, 2022. 187 p. – Текст: непосредственный.
119. Medvedev, Zhores A. Nuclear Disaster in the Urals/ Zhores A. Medvedev. New York: W.W. Norton and Co., 2010. 214 p. – Текст: непосредственный.
120. Obodovski, I. Radiation: Fundamentals, Applications, Risks, and Safety/ Илья Ободовский. Nederland: Elsevier, 2019. 720 p. – Текст: непосредственный.
121. Parker, H. M. Health-Physics, Instrumentation, and radiation protection / H. M. Parker. Oak Ridge Tennessee, 1947. 47 p. – Текст: непосредственный.

122. Sloan, Phillip R. *Molecularizing Chicago - 1945-1965: The Rise, Fall and Rebirth of the University of Chicago Biophysics Program*/ Phillip R. Sloan. – Текст: непосредственный // *Historical Studies in the Natural Sciences*. Vol. 44, No. 4 (Sep., 2014). P.364 – 412.
123. Rhodes, R. *Dark Sun. The Making of the hydrogen bomb*/ Richard Rhodes. New York, Touchstone, 1996. 736 p. – Текст: непосредственный.
124. Rowland, R.E. *Radium in Humans: a review of U.S. studies* / R.E. Rowland. Argonne: Argonne National Laboratory, 1994. 246 p. – Текст: непосредственный.
125. Seaborg, Glenn T. *Seaborg Eric. Adventures in the Atomic Age: From Watts to Washington* / Glenn T. Seaborg, Eric Seaborg. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2001. 356 p. – Текст: непосредственный.
126. Smyth, H.D. *Atomic energy for military purposes* / H.D. Smyth. New Jersey: Princeton university press, Princeton, 1945. 344 p. – Текст: непосредственный.
127. Soraya de Chadarevian. *Designs for life: Molecular Biology after World War II*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 444 p. – Текст: непосредственный.
128. Stannard, J.N. *Radioactivity and health a history* / J.N. Stannard. California, San Diego: School of Medicine and Dentistry University, 1988. 1972 p. – Текст: непосредственный.
129. Stone, R.S. *General introduction to reports on medicine health physics and biology* / R. S. Stone. *Industrial Medicine of the Plutonium project*. 1951. 511 p. – Текст: непосредственный.
130. Wirth J.E. *Medical services of the Plutonium project*/ J.E. Wirth. – Текст: непосредственный // *Industrial Medicine of the Plutonium project*. 1951. P.27-35.
131. Welsome E. *The Plutonium Files: America's Secret Medical Experiments in the Cold War*/ E. Welsome. A Delta Book, New York, NY, 1999. 564 p. – Текст: непосредственный.

2.2. Диссертации и авторефераты диссертаций

1. Байсоголов, Г. Д. Клиническая картина острой лучевой болезни и состояние кроветворения при ней. дис...канд. мед. наук / Г. Д. Байсоголов. – Москва, 1954. – 212 с. – Текст: непосредственный.
2. Бочкарева, И. А. Формирование и развитие радиационной безопасности на Урале в 1945-2011 гг.: дис...канд. ист. наук: 07.00.02./ И. А. Бочкарева. – Екатеринбург, 2018. – 218 с. – Текст: непосредственный.
3. Кузнецов, В. Н. Общественно-политическая жизнь в закрытых городах Урала (вторая половина 1940-х гг. – первая половина 1950-х): автореферат дис...канд. ист. наук: 07.00.02. / В. Н. Кузнецов. – Екатеринбург, 2004. – 32 с. – Текст: непосредственный.
4. Лукачер, Г. Я. К вопросу о синдроме повышенного внутричерепного давления в клинике лучевой болезни: дис. ... канд. мед. наук / Г. Я. Лукачер. – Озерск: МСО-71 Министерства здравоохранения союза СССР, 1955. – 240 с. – Текст: непосредственный.
5. Мельникова, Н. В. Менталитет населения закрытых городов Урала (вторая половина 1940-х-1960-е годы): дис. ... канд. ист. наук: 07.00.02. / Н.В. Мельникова. – Екатеринбург, 2001. – 224 с. – Текст: непосредственный.
6. Моисейцев, П. И. Опыт организации медицинского обслуживания рабочих радиохимического производства: дис. ... канд. мед. Наук / П. И. Моисейцев. – Озерск: МСО-71 Министерства здравоохранения союза СССР, 1957. – 314 с. – Текст: непосредственный.
7. Полунин, В. В. Органы управления атомной промышленностью СССР. 1945–1953 гг.: дис. ... канд. ист. наук: 07.00.02. / В. В. Полунин. – Москва, 2007. – 278 с. – Текст: непосредственный.
8. Реут, Г. А. Ведомственные населенные пункты Министерства среднего машиностроения СССР в Сибири (1949–1991 гг.): дис. ... докт. ист. наук: 07.00.02. / Г. А. Реут. – Иркутск, 2014. – 599 с. – Текст: непосредственный.
9. Рясков, С.А. Социокультурное развитие закрытых городов Урала (вторая половина 1940-х – середина 1980-х гг.): дис... канд. ист. наук: 07.00.02. / С.А. Рясков. – Екатеринбург, 2004. – 219 с. – Текст: непосредственный.

10. Толстиков, В.С. Социально-экологические последствия развития атомной промышленности на Урале: Исторический аспект: дис...док. ист. наук: 07.00.02. / В.С. Толстиков. – Челябинск, 1999. – 473 с. – Текст: непосредственный.

2.3. Электронные ресурсы

1. Crezo A. 9 ways people used radium before we understood the risks [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mentalfloss.com/article/12732/9-ways-people-used-radium-we-understood-risks>. (дата обращения: 11.06.2020)

2. DOE Openness: Human Radiation Experiments /This is a DOE Office of Environment, Health, Safety and Security, Office of Health and Safety Archived Website [Электронный ресурс]. URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/index.html>. (дата обращения: 14.05.2020).

3. Nicholas K. Geranios Any Ill Wind Blows Up A Dust Storm. Nov.17,1991. [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.seattletimes.com/archive/?date=19911117&slug=1317816> (дата обращения: 24.02.2021)

4. Le Radium: découverte, utilisation et danger. Culture Sciences Chimie. Site de ressources en chimie pour les enseignants, 2013. [Электронный ресурс]. URL: <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/le-radium-d%C3%A9couverte-utilisation-et-danger>. (дата обращения: 14.05.2020).

5. Hanford Quick Facts. Washington Department of Ecology. Archived from the original on June 24, 2008. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.archive.org/web/20080624232748/http://www.ecy.wa.gov/features/hanford/hanfordfacts.html>. (дата обращения: 08.11.2021)

6. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года [Электронный ресурс]. URL: http://downloads.igce.ru/publications/Atlas/CD_VURS/index.html (дата обращения: 08.11.2021).

7. Гамертсфельдер, Карл С. Физик, физик-медик, Чикаго, Иллинойс. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atomicheritage.org/profile/carl-c-gamertsfelder>. (дата обращения: 24.02.2021).

8. Жуйков, Б. Демина, Н. Откуда мог взяться рутений-106 [Электронный ресурс]. URL: <https://trv-science.ru/2017/11/otkuda-mog-vzyatsya-ru-106/>. (дата обращения: 07.11.2021).

9.Морган, Карл З. Физик здоровья, Ок-Ридж, Теннесси. [Электронный ресурс].URL: <https://www.atomicheritage.org/profile/karl-z-morgan>. (дата обращения: 24.02.2021).

10.Харт, Джеймс С. Химик, Физик Здоровья, Ок-Ридж, Теннесси. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.atomicheritage.org/profile/james-c-hart>. (дата обращения: 24.02.2021).

11.Электронная библиотека Росатома.[сайт]: Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», 2008-2023 – . – URL: <http://elib.biblioatom.ru/> (дата обращения: 23.01.2023). – Текст. Изображение: электронные.

Приложения

Приложение 1

Оценка радиоактивных частиц, выпущенных предприятием Хэнфорд в атмосферу³⁵⁰.

Радионуклид	Описание	Доза, выпущенная в атмосферу период работы Хэнфорда (1944-1954)	Возможные последствия для здоровья	Органы, получающие основную дозу	Резюме исследований в области здравоохранения
Плутоний	изотоп плутония, для которого проект реконструкции Дозы расчета дозовых оценок является плутоний-239.	1,78 тыс. кюри	рак костей, печени и легких; лейкоз; хромосомные аберрации	Легкие, печень, кости, клетки крови	Когда плутоний вдыхается в нерастворимой форме, большая часть его, удерживаемого в организме, остается в дыхательных путях. При таком воздействии возможен рак легких. Рабочие, работающие с плутонием, обычно подвергаются воздействию нерастворимых форм плутония. Исследования этих работников не выявили повышенного риска рака легких, который связан конкретно с воздействием плутония. 5 В исследованиях на животных почти все животные,

³⁵⁰ Committee on the Biological Effects of Ionizing Radiations (BEIR IV); Health Risks of Radon and Other Internally Deposited Alpha-Emitters; Washington, DC: National Academy Press, 1988; p. 328.; Tawn, E.J. et al. "Chromosome Studies in Plutonium Workers." International Journal on Radiation Biology and Related Studies in Physics, Chemistry and Medicine, May 1985; p. 599-610.; H. Metivier in Galle and Masse, p. 193.

					<p>подвергшиеся воздействию высоких доз нерастворимого плутония, умерли либо от обширного поражения легких, либо от рака легких. Плутоний может вызывать развитие рака, так как накапливается в лимфотических узлах, костях и печени, может провоцировать лейкоз. Сильно повреждает клетки и способен вызывать мутации хромосом.</p>
Стронций-90	<p>изотоп стронция, для которых Проект реконструкции Дозы расчета дозы оценок является стронций-90. В организме стронций химически похож на кальций. Следовательно, организм, вероятно, будет использовать стронций так же, как и кальций.</p>	64,3 кюри	лейкемия, рак костей, ослабленная иммунная система.	кости	<p>Стронций может вызвать лейкемию. «постоянные низкие дозы» стронция вызывают относительно больше случаев лейкемии, чем высокие, однократные.. Более 90 процентов стронция, остающегося в организме, находится в костях. Постоянные низкие дозы стронция ослабляют иммунную систему</p>

					организма.
Церий	изотоп церия , для которых проект реконструкции Дозы расчета дозовых оценок является церий-144.	3770 кюри.	лейкемия ; и рак костей, печени и полости носа	Красный костный мозг	Церий концентрируется в костном мозге. Из-за этого риск лейкемии является преобладающей потенциальной проблемой для здоровья. При вдыхании нерастворимого церия он остается в легких. При вдыхании растворимых форм церий попадает в кости и печень. Возможны рак костей и печени, а также поражение печени
Рутений	Есть два изотопа рутения, для которых в рамках Проекта реконструкции дозы рассчитываются оценки доз : рутений-103 и рутений-106	рутений-103: 1160 кюри, рутений-106: 388 кюри	рак, ожоги кожи.	Кожа	Ожоги кожи Частицы рутения, выпущенные из Хэнфорда, представляли опасность, если какая-либо из частиц упала на открытую кожу человека. Это могло вызвать ожоги кожи. У животных от длительного воздействия рутения развился рак.

Газетная статья о лекарстве с содержанием радия «Тералайн³⁵¹»

Feb. 14, 1920]

MEDICAL RECORD.

The Radio Chemical Corporation

Announces

An ample supply of Radium salts of highest purity only, for use in surgery and gynecology.

Instruction in the physics and therapeutics of Radium.

Improved applicators, screens and other special equipment made with alloys of our own development for the medical employment of Radium.

Apparatus for purification and concentration of Radium Emanation.

The Radium Bank

Instituted for the sale or rental of Radium produced by the Radio Chemical Corporation to qualified physicians and hospitals.

Immediate delivery upon basis of measurement by U. S. Bureau of Standards and under our own guarantee covering purity and Radium element content.

Complete information upon application.

55 Liberty Street, New York

Mines: Colorado, Utah

Telephone, Rector 2207

Plants and Laboratories: Orange, N. J.

WHY CLUB A COUGH

or attempt to overcome bronchial irritation and inflammation by outraging the stomach with nauseous expectorants or "knock down" narcotics? Oil taken into the stomach, reflexly stimulates bronchial secretion, relieves congestion, soothes cough, does not disturb digestion, nor mask other symptoms.

TERRALINE

(PETROLEUM PURIFICATION)

is medicinally pure petroleum oil, palatable, without action upon digestion and prompt in its influence upon the respiratory tract.

It soothes cough and subdues irritation.

TERRALINE is also mildly laxative, when used as an intestinal lubricant. It is an ideal vehicle for many medicinal agents. It is intended for physicians prescribing only, and for the convenience of the physician is

put up Plain, with Heroin, or with Creosotes.

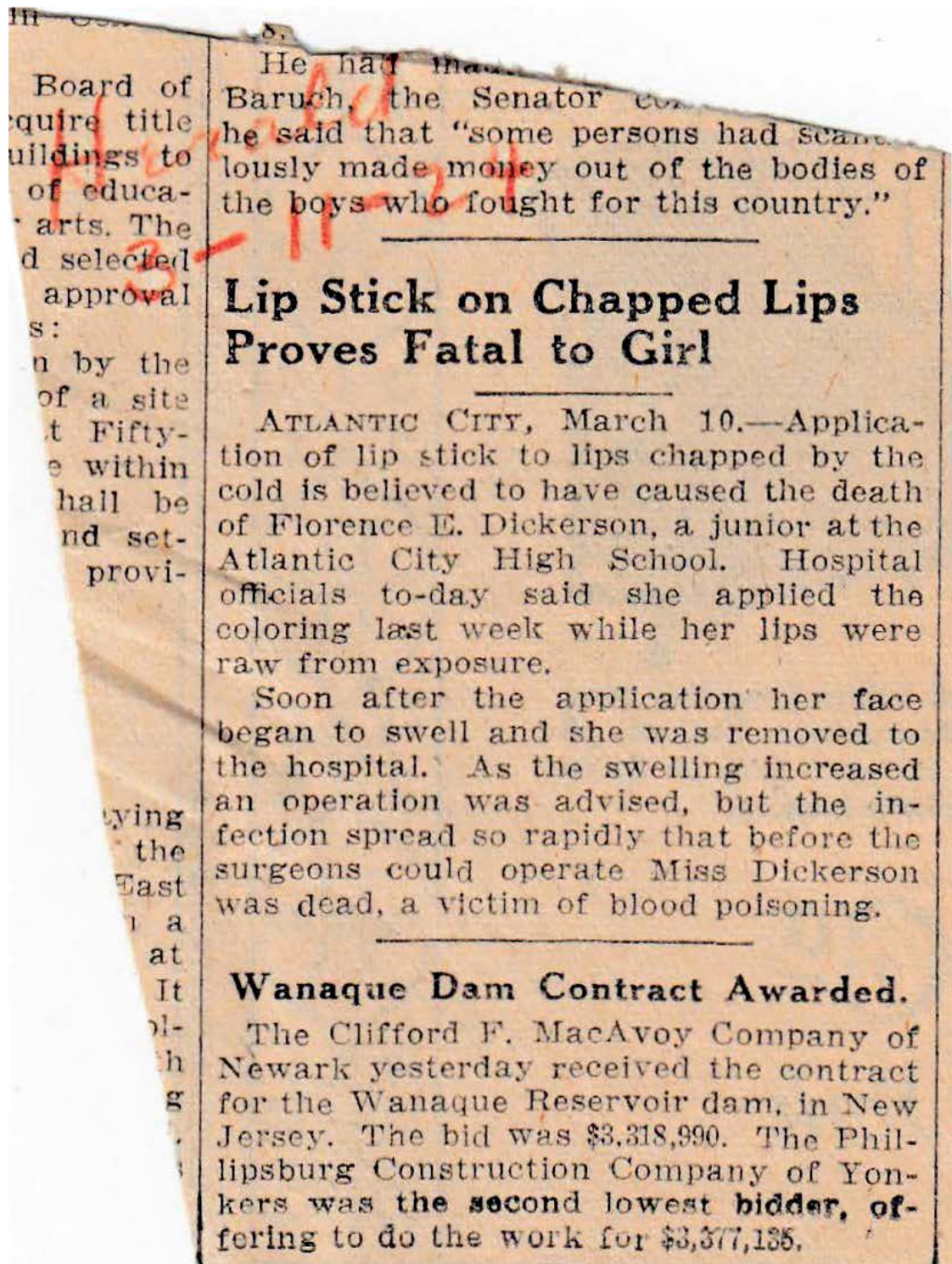
In spite of the use of arrhenic compounds authorities advise the "follow up" treatment with mercury and often iodide in luetic conditions.

PIL MIXED TREATMENT (CHICHESTER) is a perfectly balanced, dependable formula containing mercury and KI, well tolerated, active and efficient.

Sold in bottles only—never in bulk. Price \$1.00 per bottle.

HILLSIDE CHEMICAL CO.

Newburgh, N. Y., U. S. A.

Сообщение о смерти девушки-красильщицы циферблатов³⁵²

**Первая фотография поражения красильщицы циферблатов радием.
Остеосаркома челюсти³⁵³**



³⁵³ Жено П. Защита от радиоактивных элементов. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1954. – С.23.

Признаки лучевой болезни человека³⁵⁴

- 206 -

неврологического статуса работающего и проведение развернутого анализа крови.

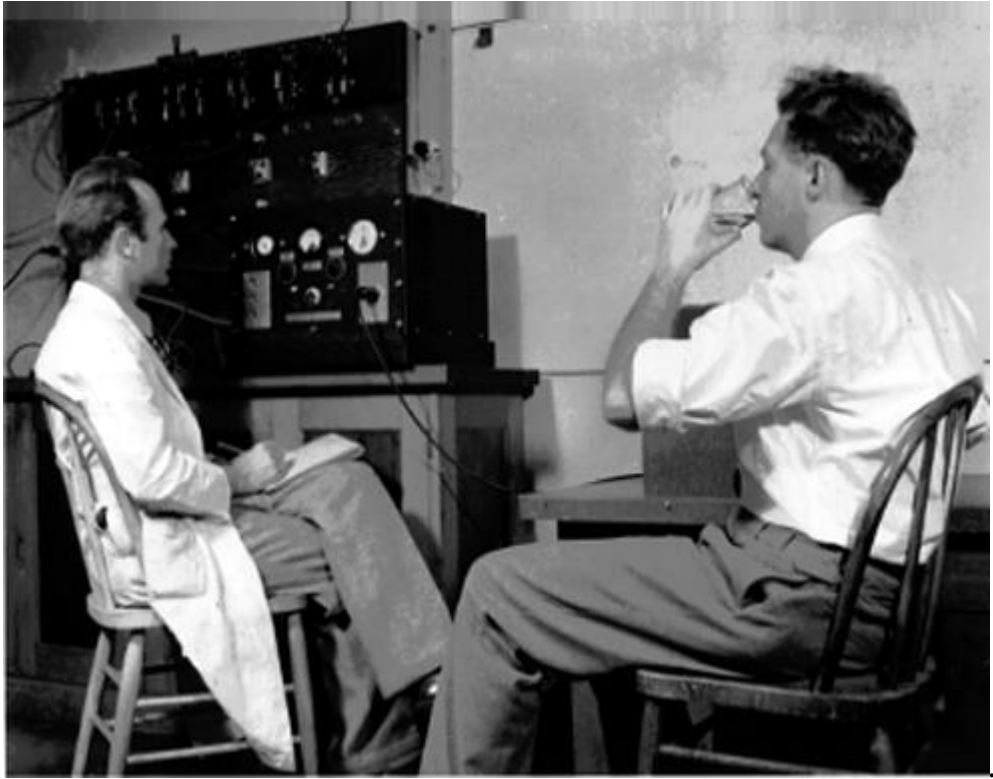
В соответствии с рекомендациями научных сотрудников Филиала Института Биофизики АМН СССР А.К.Гуськовой и Г.Д.Байсоголова и практических врачей МСО-71 с большой пользой для дела нами введено в постоянную практику работы обязательное обследование не реже одного раза в год работающих на основных объектах врачами-невропатологами, окулистом, отоларингологом, а женщин -и гинекологом с целью изучения особенностей клинического течения заболеваний нервной системы, Лор органов, органов зрения и др. у работников радиохимического производства.

При проведении периодических медицинских осмотров рабочих особое внимание врачи здрапунктов обращали на своевременное выявление ранних признаков лучевой болезни, к которым можно отнести:

1. Нарушение нервно-сосудистой регуляции /лябильность кожных вазомоторных реакций, пульса, снижение максимального артериального давления/.
2. Слабо выраженное и нестойкое повышение сухожильных рефлексов, снижение брюшных рефлексов, рефлекторная асимметрия, наличие легких глазодвигательных расстройств.
3. Неустойчивость числа лейкоцитов и тромбоцитов.
4. Из субъективных проявлений на первое место следует поставить нарушение сна, потерю аппетита и снижение работоспособности.

³⁵⁴ ГФ НТД ФГУП ПО МАЯК: Ф.1.Оп.1-нт.Ед.хр.70. Л.206.

**Радиолог Джозеф Гамильтон проводит опыт с глотанием
радиоактивного йода 1930-е гг³⁵⁵.**



³⁵⁵DOE Openness: Human Radiation Experiments: Multimedia [Электронный ресурс] URL:
<https://ehss.energy.gov/OHRE/multimedia/photos/lbl/index.html>

**Сотрудник завода в Ок-Ридже сдает анализ крови для обнаружения
радиационного облучения (1946 г.³⁵⁶)**



³⁵⁶ DOE Openness: Human Radiation Experiments: Multimedia [Электронный ресурс] URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/multimedia/photos/lbl/index.html>

**Медицинские эксперименты с использованием радиоизотопов на людях:
анализ дыхания с использованием инъецированных аэрозолей плутония³⁵⁷
(1968 г.)**



³⁵⁷ DOE Openness: Human Radiation Experiments: Multimedia [Электронный ресурс] URL: <https://ehss.energy.gov/OHRE/multimedia/photos/lbl/index.html>