

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МОХ

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД
об основных результатах научно-квалификационной работы (диссертации)

тема «Использование медико-дозиметрической базы данных для анализа причин
смерти населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях
Уральского региона»

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки
код, направление

Направленность программы

« Экология »

Аспирант Тряпицына С.В.  И.О. Фамилия
(подпись)

Научный руководитель Левина С.Г.  И.О. Фамилия
(подпись)

Челябинск
2024 год

Актуальность

Широкое распространение ядерных технологий влечет за собой неизбежное расширение круга людей, подвергающихся воздействию ионизирующего излучения. Это рабочие урановых рудников и предприятий по переработке урановых руд, радиоактивных отходов, врачи-рентгенологи и радиологи, персонал АЭС, экипажи ядерных подводных лодок и кораблей, гамма-дефектоскописты. Радиационные катастрофы приводят к облучению большого количества людей.

Проблема отдалённых последствий биологического действия ионизирующей радиации во всех её формах и проявлениях - одна из наиболее актуальных в современной радиобиологии и радиационной медицине - привлекает всё более пристальное внимание научной общественности во всём мире.

Территория Челябинской области исторически стала местом реализации отечественной ядерной программы [1]. Многолетняя деятельность производственного объединения «Маяк», пущенного в эксплуатацию в 1948 году, сопровождалась беспрецедентными в мировой практике радиационными инцидентами и авариями, что обусловило радиоактивное загрязнение части территорий не только Челябинской, но также Свердловской и Курганской областей. [2]

При проведении исследований одной из важнейших задач на этапах сбора информации является её достоверность, которая позволяет проводить международные сравнения и является основой для планирования лечебных и профилактических мероприятий [3, 4].

Сбор информации о радиационной ситуации и лицах, проживающих на радиоактивно загрязнённых территориях уральского региона, проводится сотрудниками Уральского научно-практического центра радиационной медицины уже более 60 лет. Для решения проблемы достоверности данных наиболее перспективным является сбор информации по регистрационной

технологии, т.е. создание регистра данных - организованной системы, в которой получение, хранение и анализ информации осуществляются одним коллективом по единым методикам [5, 6]. В настоящее время медико-дозиметрический блок Базы Данных Уральского научно-практического центра радиационной медицины содержит разнообразную персонифицированную медицинскую (регистры диагнозов, показателей крови, иммунитета, течения беременности и родов и др.), демографическую и дозиметрическую информацию о лицах, подвергшихся хроническому облучению, и их потомках. [8]

Исследование структуры смертности по причинам смерти позволяет установить значимость тех или иных факторов: природных и социальных, объективных и субъективных, эндогенных и экзогенных, и пр.

В разное время в УНПЦ-РМ было сформировано несколько когорт: когорты Реки Течи (КРТ), когорты лиц, облученных на территории Восточно-Уральского Радиоактивного Следа (КВУРС), когорты лиц, облученных внутриутробно на реке Тече (КРТ ВУО), когорты потомков 1-го поколения от облученных лиц на реке Тече (КРТ-F1). [11]

В 2019 для повышения статистической силы результатов эпидемиологических исследований было принято решение объединить население, облученное в двух радиационных инцидентах на Южном Урале, в одну уральскую когорту аварийно-облученного населения (УКАОН). Следующим этапом должно быть оценка качества информации в медико-дозиметрической БД об этой объединенной когорты для оцени возможности ее использования для эпидемиологических исследований, в том числе для изучения причин смерти облученного населения.

Цель работы:

Описать возможности использование медико-дозиметрической базы данных Уральского научно-практического центра радиационной медицины

для анализа причин смерти населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях Уральского региона.

Задачи:

1. Анализ качества информации в медико-дозиметрической базе данных УНПЦ РМ.
2. Анализ структуры смертности в Уральской когорте аварийно-облученного населения.

Научная новизна:

Информация, содержащаяся в БД, позволяет эффективно использовать ее в эпидемиологических исследованиях для расчета рисков радиационного воздействия на смертность, для исследований по оценке зависимостей доза-эффект, в исследованиях по оценке вкладов в смертность радиационного фактора и факторов нерадиационной природы (пол, возраст, генетическая предрасположенность и др.).

Теоретическая и практическая значимость:

Исследование структуры смертности по причинам смерти позволяет установить значимость тех или иных факторов: природных и социальных, объективных и субъективных, эндогенных и экзогенных, и пр. К настоящему времени более полно изучено воздействие ионизирующего излучения на возникновение лейкозов и солидных злокачественных новообразований. Но также ведутся исследования радиогенной природы возникновения нераковых заболеваний

Апробация работы и публикации

Материалы работы были доложены на 10 научных конференциях: VIII Съезд по радиационным исследованиям (Москва, 12-15 октября 2021 года); VII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы биологической и химической экологии»(Москва, 18-10 февраля

2021г); XXIV международная научная конференция XXIV Докучаевские молодежные чтения «Почвоведение в цифровом обществе» (С.Петербург, 1-3 марта 2021 год); Международная научная конференция, посвященная 150-летию Севастопольской биологической станции-Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского и 45-летию НИС «Профессор Водяницкий» (г. Севастополь, 13-16 сентября 2021год); Научно-практическая конференция «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2021»(г. Севастополь, 20-23 сентября 2021год); II Международная научная конференция «Изучение водных и наземных экосистем: история и современность»,(г. Севастополь05-09 сентября 2022 г); VII научная конференция с международным участием «Хроническое радиационное воздействие: отдаленные медико-биологические эффекты(г. Челябинск, 6-8 декабря 2022г); Международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2023», (г. Севастополь,18-21 сентября 2023); Юбилейной конференции, посвященной 70-летию ФГБУН «Южно-Уральский институт биофизики» ФМБА России «Актуальные вопросы радиационной безопасности», (г, Челябинск,10-13 октября 2023).

По результатам работы опубликованы 3 статьи, а также представлены в городских и международных конкурсах научно-исследовательских работ, где 4 раза занимали призовые места.

1. Литературный обзор

1.1 Биологическое действие ионизирующих излучений

Радиобиологическими эффектами называются изменения, возникающие в биологических системах при действии на них ИИ. Сложность организма как биологической системы предопределяет многообразие радиобиологических эффектов. Критериями их классификации служат уровень формирования,

сроки появления, локализация, характер связи с дозой облучения, значение для судьбы облучённого организма, возможность передачи по наследству последующим поколениям и другие.

Для биологического действия ионизирующих излучений характерен ряд общих закономерностей [18]:

1) Глубокие нарушения жизнедеятельности вызываются ничтожно малыми количествами поглощаемой энергии. Так, энергия, поглощённая телом млекопитающего животного или человека при облучении смертельной дозой, при превращении в тепловую привела бы к нагреву тела всего на 0,001°C.

2) Биологическое действие ионизирующих излучений не ограничивается подвергнутым облучению организмом, но может распространяться и на последующие поколения, что объясняется действием на наследственный аппарат организма.

3) Для биологического действия ионизирующих излучений характерен скрытый (латентный) период, т. е. развитие лучевого поражения наблюдается не сразу.

Критериями классификации радиобиологических эффектов служат:

1. уровень формирования (молекулярный, клеточный, тканевой, организменный);
2. сроки появления – ближайшие (острая лучевая реакция, острая лучевая болезнь, лучевая алопеция, лучевой дерматит) и отдаленные эффекты (опухоли, гемобластозы, дистрофические процессы, сокращение продолжительности жизни);
3. локализация;
4. характер связи с дозой облучения - стохастические (вероятностные – злокачественные опухоли, лейкозы,

- генетические) и нестохастические (детерминированные – острая лучевая реакция, ОЛБ, ХЛБ, катаракта, лучевые поражения кожи);
5. возможность передачи по наследству – соматические и генетические;
 6. значение для судьбы облучённого организма (летальные, нелетальные).

Основными задачами радиационной защиты населения на поздних восстановительных стадиях ликвидации последствий аварии являются: уменьшение вероятности возникновения стохастических эффектов (онкологических, генетических и др.); исключение возможности возникновения детерминированных лучевых поражений органов и тканей [9].

1.2 Радиационные инциденты, приведшие к загрязнению территорий Южного Урала

Формирование радиозоологической ситуации в Уральском регионе в основном обусловлено деятельностью производственного объединения «Маяк» (ПО «Маяк», Росатом). ПО «Маяк» расположено на севере Челябинской области и было создано в конце 40-х годов двадцатого столетия для производства оружейного плутония и переработки делящихся материалов в рамках Государственной оборонной программы по созданию ядерного оружия «Урановый проект» [1].

Загрязнение р. Теча произошло в результате санкционированного и аварийного сбросов жидких радиоактивных отходов реакторов ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть. Река Теча с момента ввода в эксплуатацию ПО «Маяк» в 1949 г. использовалась для плановых и аварийных сбросов жидких отходов. До 1951 г. сброс осуществлялся непосредственно в существовавший пруд, включённый впоследствии в систему промышленных водоёмов.



Рисунок 1. Теча и населённых пунктов на её берегах

В результате загрязнения рек Теча и Исеть люди, жившие на берегах этих рек (рис. 1), подвергались действию различных уровней радиации в течение продолжительного периода времени. Необходимо отметить, что после загрязнения реки Течи защитные меры, направленные на обеспечение безопасности населения, предпринимались с задержкой и не выполнялись в должном объеме. Вследствие отсутствия научно-обоснованных критериев радиационной защиты населения экстренные защитные мероприятия на Тече не проводились. Плановые мероприятия включали гидротехнические и административные, а также организацию и проведение радиационного мониторинга и медицинского наблюдения.

В период 1951-1963 годов в целях обеспечения защиты населения, проживающего в пойме р. Теча, был выполнен комплекс мероприятий, включающий:

- отселение жителей ряда населённых пунктов, расположенных в пойме р. Теча;
- ограничение доступа населения к загрязненным водоёмам;
- обеспечение населения прибрежных сел чистой водой (строительство колодцев, артезианские скважины);

- организация мониторинга состояния окружающей среды;
- проведение медико-дозиметрического обследования населения;
- создание барьеров, ограничивающих распространение радиоактивных веществ в окружающую среду (Теченский каскад водоемов). (Рис.2)

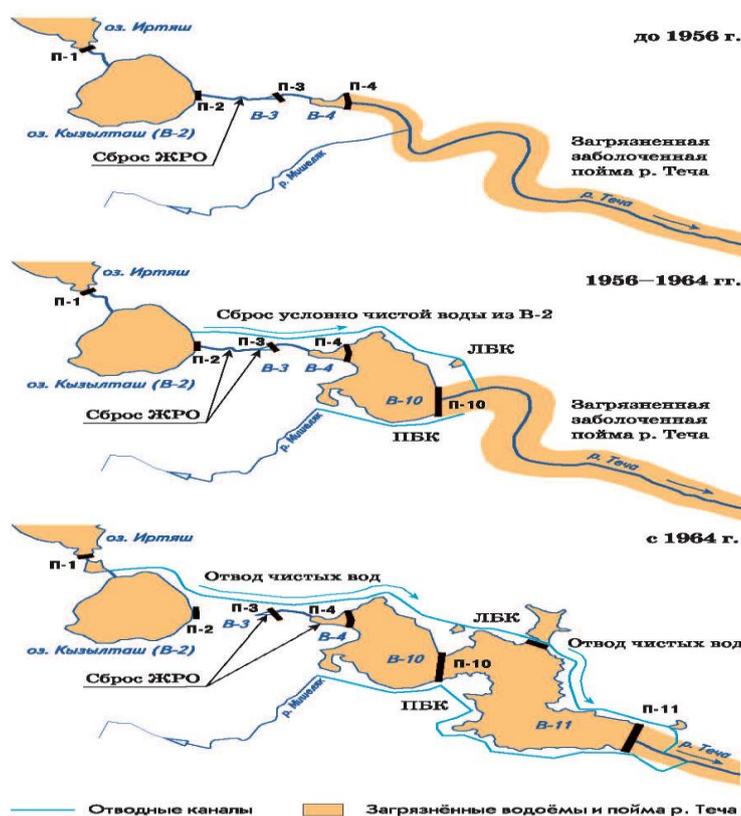


Рисунок 2. Схема промышленных водоемов в разные годы и в настоящее время

29 сентября 1957 г. в 16:22 из-за выхода из строя системы охлаждения произошёл взрыв ёмкости объёмом 300 м³, где содержалось около 80 м³ высокорadioактивных ядерных отходов. Взрывом, оцениваемым в десятки тонн в тротиловом эквиваленте, ёмкость была разрушена, бетонное перекрытие толщиной 1 м весом 160 т отброшено в сторону, в атмосферу было выброшено около 20 МКи (7,4·10¹⁷ Бк) радиоактивных веществ (144Ce+144Pr, 95Nb+95Zr, 90Sr, 137Cs, изотопы плутония и др.), из которых примерно 18 МКи выпало на территории ПО «Маяк», а около 2 МКи – за её пределами, образовав Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). (Рис.3) Непосредственно от взрыва никто не погиб.

УР: ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКИЙ РАДИОАКТИВНЫЙ СЛЕД



Рисунок 3 Восточно-Уральский радиоактивный след

В основу принятия решений по контрмерам после аварии 1957 г. были положены данные по уровням загрязнения окружающей среды и дозам облучения населения. Уже 2 октября 1957 г. была принята программа экстренных мероприятий по ликвидации последствий аварии, которая включала: эвакуацию населения из близлежащих населенных пунктов, бракераж продовольствия, фуража и замену их на «чистые», определение плотностей и границ загрязненной территории для образования санитарно-охранной зоны.

Результаты многолетних наблюдений за содержанием и распределением радионуклидов в речной системе, натуральных измерений уровней мощности дозы в фиксированных точках на местности, содержания радионуклидов в биокомпонентах и продуктах питания, а также блок медицинской, дозиметрической и демографической информации, основанной на результатах многолетних медицинских наблюдениях за населением, подвергшимся облучению в результате загрязнения реки Течи и аварии 1957 года на ПО «Маяк». Вся эта информация послужила основой для создания медико-дозиметрической базы данных УНПЦ РМ [10].

2. Материалы и методы

2.1 Источники информации, послужившие основой при создании БД «Человек».

Информацию о лицах, облучившихся в результате радиационных инцидентов на Южном Урале начали собирать в УНПЦ РМ в 60-х годах в виде бумажной базы данных. Основными источниками информации были похозяйственные книги, карточки медицинских осмотров жителей прибрежных сёл, начавших проводиться с 1951 г, списки семей и членов семей, которые были эвакуированы из загрязнённых ел и имели право на получение компенсаций. Для верификации полных дат и мест рождения облучённых жителей используется также информация, указанная в свидетельствах о рождении. Сотрудники УНПЦ РМ регулярно копировали свидетельства о рождении, хранящиеся в областных архивах загса.

2.2 Структура базы данных «Человек»

МД состоит из двух крупных структурных блоков – «Окружающая среда» и «Человек».(Рис.3)

БД «Человек» является информационной основой для дозиметрических и эпидемиологических исследований последствий радиационного воздействия на население Уральского региона. Ядром БД «Человек» стал регистр «Идентификация», в котором каждому лицу присваивается уникальный идентификационный номер. Этот регистр содержит набор параметров: ФИО, пол, возраст, национальность, дата рождения, места контакта с ионизирующим излучением, жизненный статус человека (жив или умер) и год его установления. Кроме того, БД «Человек» включает набор постоянно пополняемых и обновляемых регистров:

- ✓ Места и сроки проживания.
- ✓ Причины смерти.
- ✓ Диагнозы.
- ✓ Текущий адрес и телефон.

✓ Семейный анамнез.

Все регистры БД «Человек» имеют уникальный формат - RDB, специально разработанный в УНПЦ РМ для работы с большим объемом данных. При идентификации предусмотрена возможность сохранения до трех фамилий одного человека. Для повышения надежности предусмотрена обязательная отметка на основании каких документов внесена та или иная информация (паспорт, свидетельство о рождении, похозяйственная книга, другие документы или со слов родственника) [11].

Регистр «Места проживания» содержит информацию о сроках и местах проживания лиц, включенных в БД «Человек», на наблюдаемой территории

Регистр «Причины смерти» содержит информацию о дате и причине смерти, кто установил причину смерти, код по МКБ-10.

Регистр «Диагнозы» сформирован на основании результатов многолетних медицинских обследований населения, начиная с 1951 года, выполненных в клинике УНПЦ РМ и выездными бригадами специалистов. В него так же включены диагнозы, установленные в 1950-х годах сотрудниками 6 клиники Московского институт биофизики МЗ СССР. Регистр содержит информацию о дате постановки диагноза, в каких условиях установлен (стационар, поликлиника или экспедиция) и его код по МКБ-10.

Регистр «Текущий адрес и телефон» заполняется с согласия пациента и служит для возможной связи с ним (например, пригласить на обследование). Так же пополняется информацией после пересечения с базой данных БАРС.

Регистр «Семейный анамнез» содержит информацию о родстве между лицами, включенными в БД «Человек» (супруги и дети).

Помимо названных регистров, в различных подразделениях УНПЦ РМ имеются архивы медицинских документов, данные различных проводимых ранее и современных медико-биологических и дозиметрических обследований, а также результаты расчета поглощенных доз на различные органы и ткани.



Рисунок 3. Структура медико-дозиметрической базы данных

Таким образом, в разных научных подразделениях имеются разнообразные первичные научные данные и результаты дозиметрических расчетов, относящиеся к одним и тем же облученным лицам, и их потомкам, которые представляют потенциальный интерес для новых комплексных исследований.

2.3 Уральская когорта аварийно-облученного населения

В разное время в УНПЦ-РМ было сформировано несколько когорт: когорта Реки Течи (КРТ), когорта лиц, облученных на территории Восточно-Уральского Радиоактивного Следа (КВУРС), когорта лиц, облученных внутриутробно на реке Тече (КРТ ВУО), когорта потомков 1-го поколения от облученных лиц на реке Тече (КРТ-F1).

В настоящее время в УНПЦ РМ появилась возможность объединить население, облученное в двух радиационных инцидентах на Южном Урале, в одну когорту.

Объединенная когорта включает всех лиц, подвергшихся аварийному облучению на Южном Урале (в прибрежных селах реки Течи и на территории ВУРСа), включая потомков и внутриутробно-облученных, если они сами подверглись облучению после рождения в период с 1950 по 1960 г. Данная

когорта может использоваться самостоятельно для анализа эффектов облучения (оценки органо-специфической заболеваемости от ЗНО, раковой или нераковой смертности, влияния нерадиационных факторов, эффектов в разные возрастные и временные периоды, характера зависимости от дозы, фактора мощности дозы и др.), а также для анализа эффектов в создаваемых выборках с учетом влияния дополнительного радиационного воздействия во внутриутробном состоянии или факта облучения родителей. [8].

Предпосылками объединения созданных ранее когорт населения, облученного на Южном Урале, являются как новые технические возможности, так и возможности выполнения требований по полноте и качеству данных, обеспечивающих единообразие подходов и методов эпидемиологического наблюдения и анализа:

- наличие в УНПЦ РМ медико-дозиметрической базы данных (МДБД) «Человек»;
- выработка единой методологии сбора информации для актуализации МДБД «Человек» и использование единых информационных источников;
- создание сотрудниками УНПЦ РМ единой дозиметрической системы расчета доз в радиационных ситуациях на Южном Урале;
- достижение удовлетворительного и сопоставимого качества информации необходимого для анализа эффектов облучения в радиационных ситуациях на территории ВУРСа и на реке Тече;
- единая территория наблюдения и проживания населения, обеспечивающая одинаковые социальные условия, медицинское обслуживание, экологическое влияние среды;
- одни и те же этнические группы в составе разных когорт;

- близкие временные рамки событий, позволяющие наблюдать население в общих исторических условиях;

- развитие в стране электронных регистров для хранения информации, обеспечивающих возможность работы с большими объемами данных.

Определение объединенной когорты. Уральская когорта аварийно-облученного населения (УКАОН) включает в себя лиц, облученных на Южном Урале на территории Челябинской и Курганской областей в период с 01.01. 1950 по 31.12.1960 г. в результате двух радиационных ситуаций в одном из 41 прибрежного села реки Течи или 34 населенных пунктов на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа.

Список населенных пунктов, жители которых были включены в объединенную когорту, представлен в табл. 1.

№	Название НП на реке Тече	Год отселения	№	Название НП на территории ВУРСа	Год отселения
<i>Челябинская область</i>			<i>Челябинская область</i>		
Отселенные пункты			Отселенные пункты		
1	Метлино	1956	1	Бердяниш	1957
2	Теча–Брод	1955	2	Сатлыково	1957
3	Старое Асаново	1956	3	Галикаево	1957
4	Новое Асаново	1956	4	Кирпичики	1957
5	Назарово	1956	5	Алабуга	1958
6	Таскино	1955	6	Русская Караболка	1958
7	Герасимовка	1957	7	Трошково	1958
8	Пос. Геологоразведки	1957	8	Горный	1958
9	Надыров Мост	1957	9	Юго–Конево	1958
10	Надырово	1955	10	Игиш	1958
11	Ибрагимово	1955	11	Гусево	1958
12	Исаево	1956	12	Малое Шабурово	1958
13	Подсобное хозяйство № 42	1961	13	Боевское	1958
14	Муслюмово село	2008	14	Фадино	1958
15	Муслюмово ж/д станция	–	15	Мельниково	1958
16	Курманово	1960	16	Брюханово	1958
17	Карпино	1961	17	Кривошеино	1958
18	Заманиха	1960	18	Скориново	1958
19	Ветроудуйка	1960	19	Кажакуль	1959

20	Бродокалмак	–	Непереселявшиеся пункты		
21	Осолодка	1961	20	Большой Куяш	–
22	Паново	1960	21	Татарская Караболка	–
23	Черепаново	1960	22	Мусакаево*	–
24	Русская Теча	–	23	Голубинка	–
25	Бакланово	1960	24	Ибрагимова	–
26	Нижнепетропавловское	–	25	Кырмыскалы	–
<i>Курганская область</i>			26	Малый Кунашак	–
27	2-я Белоярка	1961	27	Сарькульмяк	–
28	Дубасово	1960	28	Суртаньш	–
29	Прогресс	1960	29	Шарапкулова	–
30	Марково	1960	30	Аллаки	–
31	Ганино	1960	31	Островское	–
32	Першинское	–	32	Репенды	–
33	Ключевское	–	33	Красный Партизан	–
34	Затеченское	–	34	ОНИС – поселок Метлино	–
35	Лобаново	–			
36	Анчугово	–	<i>Свердловская область</i>		
37	Верхняя Теча	–	Отселенные пункты, не включены в УКАОН		
38	Скилягино	–	35	Тыгиш	1959
39	Бугаево	–	36	Четыркино	1959
40	Биссерово	–	37	Клюкино	1959
41	Шутихинское	–			
<i>Примечание</i> . * – Мусакаево – в более ранних работах жители этого села (общая численность около 40 человек) припи- сывались к ближайшему пункту Татарская Караболка, расположенному в 2-х км от Мусакаево.					

Таблица 1. Список населенных пунктов, жители которых, включены в единую исследовательскую когорту

3. Результаты и обсуждения

3.1 Анализ качества информации в БД

3.1.1 Анализ полноты информации в БД

Растущая востребованность знаний об эффектах малых и средних доз облучения человека (ниже 1 Гр) и прямых оценок риска здоровью вследствие хронического радиационного воздействия для норм радиационной безопасности населения требует наличия крупных аналитических когорт, с большим периодом наблюдения, представителей обоого пола и всех возрастных групп. Приблизиться к этим требованиям позволяет объединенная когорта населения, облученного на Южном Урале.

Сформированная когорта насчитывает 62 592 человека.

Создание когорты такой численности и состава позволит увеличить статистическую значимость исследований, посвященных ситуациям, где население получило облучение в диапазоне малых и средних доз, позволит оценить органоспецифические риски возникновения ЗНО, эффекты облучения в различных возрастных группах и в различные периоды времени. Кроме того, наличие такой когорты даст возможность оценить влияние постнатальной, внутриутробной и гонадной доз. [9]

Основную часть когорты – 81,2% (см. табл. 2) составили лица, родившиеся и проживавшие в НП реки Течи до начала ее загрязнения и облученные на территории ВУРСа до 31.12.1960 г. Остальную часть когорты (18,8%) составили лица, которые также были облучены сами, но при этом родились в период с 1950 по 1960 г. и составили 2 группы:

1-я – 1029 человек приехали в прибрежные пункты реки Течи вместе с родителями в период с 1950 по 1960 г., (ранее не включались в КРТ т.к. родились после 1950 г.),

2-я – 10 915 человек, которые родились от облученных родителей (потомки облученных на реке Тече или на территории ВУРСа).

Члены УКАОН с разными характеристиками	Количество человек	
	абс.	%
Облученные на реке Тече:		
родившиеся до 01.01.1950 г. и облученные на территории ВУРСа до 31.12.1960 г.	51 718	81,2
родившиеся с 01.01.1950 г. по 31.12.1960 г., в том числе:	11 944	18,8
родились от необлученных родителей и приехали в НП на реке Тече в период с января 1950 по декабрь 1960 г.	1029	1,6
родились от облученных родителей (на р. Тече или на территории ВУРСа)	10 915	17,2
Всего облученных лиц	63 662	100

Таблица 2 Распределение членов УКАОН в зависимости от года рождения и факта облучения родителей

Этнический состав представлен двумя основными группами – славяне (преимущественно русские – 97,6%) и тюрки (преимущественно татары и башкиры, соответственно около 74 и 26%). Кроме этого, в когорте

находятся граждане более 20 национальностей, не относящихся к славянам или тюркам, составляющие менее 1%, из них преобладают молдаване (20%) и немцы (18 %) (табл. 3).

Этническая группа	Всего		Мужчины, %	Женщины, %
	абс.	%		
Татары и башкиры	17 872	28,1	45,1	54,9
Славяне	45 188	71,0	44,0	56,0
Другие	602	0,9	52,8	47,2
Всего...	63 662	100	44,4	55,6

Таблица 3 Распределение членов когорты по полу и этнической принадлежности.

Половозрастной состав на дату начала облучения представлен на рис. 1. Дата начала облучения для каждого человека была разной и определялась датой его прибытия на постоянное место проживания в один из 75 загрязненных населенных пунктов (см. табл. 1) в период с 1950 по 1960 г. Количество женщин в возрасте 30 лет и старше начинает существенно преобладать над количеством мужчин, что объясняется влиянием Второй мировой войны (см. рис. 4).

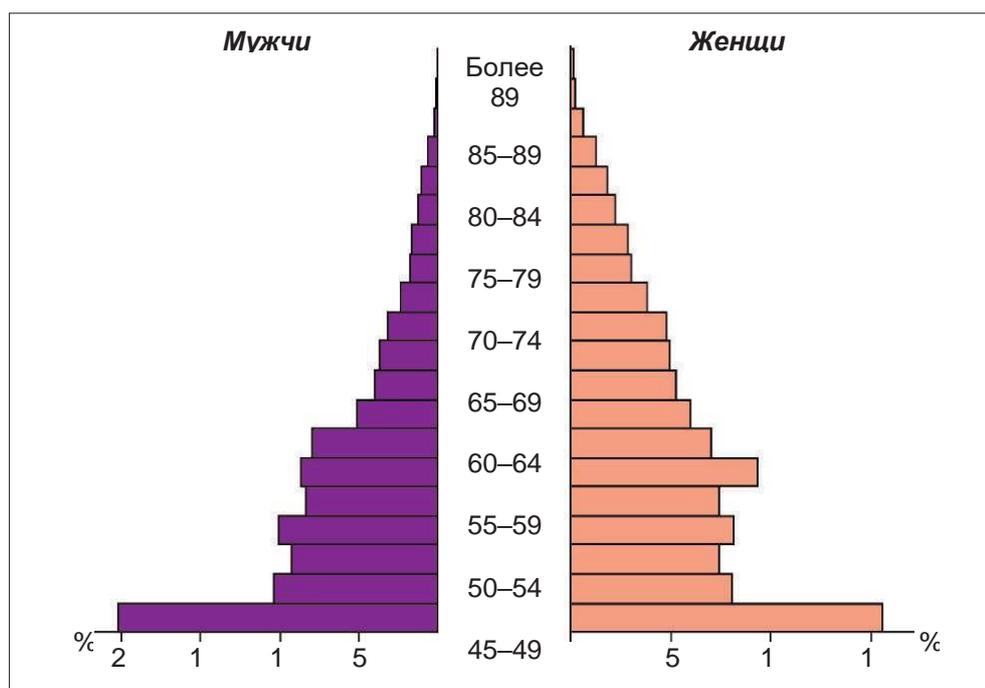


Рисунок 4 Возрастно-половое распределение членов когорты на дату начала облучения.

На рис. 5 представлено распределение членов когорты по дозовым группам по данным на май 2023. Большая часть членов когорты (90%) получила дозу на желудок до 100 мГр.



Рисунок 5 Распределение членов когорты по дозовым группам, %.

3.1.2 Анализ качества информации о причинах смерти

Поскольку в России не существует национального регистра смертности, для уточнения информации о смерти лиц из УКАОН используются несколько источников. Самым важным источником информации о смерти являются выданные загсом свидетельства о смерти, которые должны храниться в течение 75 лет в архивах загса по месту смерти.

Источник информации о причине смерти за все годы был единый – «медицинское свидетельство о смерти», но пути получения информации о причинах смерти были различные:

- 1950–1996 гг. – информация о причинах смерти получена из свидетельств о смерти (копии медицинских свидетельств о смерти), хранящихся в архивах ЗАГСов Челябинской и Курганской областей;

- 1997–2009 гг. – информация получена непосредственно из медицинских свидетельств о смерти на бумажных носителях;

- с 2010 г. и по настоящее время информацию о причинах смерти мы получаем из неперсонифицированных медицинских свидетельств о смерти в электронном виде.

По данным табл. 4 можно видеть, что доля известной причины смерти в последнее десятилетие, начиная с 2010 г., значительно увеличилась по сравнению с начальным периодом (сбор информации за 2018–2019 гг. еще не завершен). Улучшение качества и полноты связано с преимуществами электронного регистра (более точная идентификация и быстрый поиск в больших массивах информации).

Последняя известная дата статуса, годы	Статус «Умер»			Всего немигрантов
	количество человек, абс.	причина смерти		
		неизвестна, %	установлена, %	
1950–1996	20 868	11,6	88,4	26 375
1997–2009	8552	6,2	93,8	9076
2010–2014	2790	5,3	94,7	3083
2015	567	1,9	98,1	590
2016	504	2,8	97,2	540
2017	491	6,1	93,9	542
1950–2017	33 772	9,4	90,6	40 206
2018*	461	28,2	71,8	2238
2019*	83	100	–	9533
1950–2019	34 316	9,8	90,2	51 977
Всего..., %	66	–	–	100

Примечание . * – сбор информации о причинах смерти за 2018–2019 гг. только начал.

Таблица 4 Распределение членов когорты в зависимости от жизненного статуса и периодов наблюдения

3.1.3 Прослеживание жизненного статуса

Медико-дозиметрическая база данных УНПЦ РМ постоянно пополняется и обновляется за счёт добавления информации о состоянии здоровья, случаях смерти, рождении детей у облучённых лиц, изменений фамилий у женщин в связи с замужеством, изменении адресов вследствие миграции. Верификация данных проводится путём сопоставления информации, полученной из разных источников. Дважды в год производится актуализация БД. Это позволяет устанавливать жизненный статус для когорты УКАОН и их потомков (общий объем примерно 38 тыс. чел.). Для проведения актуализации используется пересечение с БД ФОМС, что позволяет установить жизненный статус и места проживания на территории Челябинской области. В данный момент этот процесс автоматизирован. Для Курганской области мы проводим поиск по БД ФОМС с помощью Курганской областной больницы для когорт УКАОН и потомков первого поколения. [12].

Для прослеживания статуса лиц, которых невозможно найти через систему ФОМС, используется метод опроса их родственников, которых приглашают для прохождения медицинских осмотров в клинике УНПЦ РМ. При этом собирается подробная информация на каждого родственника интервьюируемого лица, включая текущий адрес, текущий жизненный статус и состояние здоровья, дата и место смерти, если человек умер.

3.2 Использование МД БД для анализа причин смерти

Организация БД позволяет эффективно использовать информацию в эпидемиологических исследованиях (для расчета рисков радиационного воздействия на заболеваемость и смертность), для исследований по оценке зависимостей доза-эффект, в исследованиях по оценке вкладов в заболеваемость радиационного фактора и факторов нерадиационной природы (пол, возраст, генетическая предрасположенность и др.).

Все блоки БД интегрированы посредством системных номеров, что позволяет формировать нужную информацию в соответствии с поставленными в научной работе задачами.

Источником информации о причинах смерти являются медицинские свидетельства о смерти в Челябинской и Курганской областях, на основе которых в УНПЦ РМ создан регистр причин смерти облученного населения с 1950 г. Поскольку в 1950-е гг. все население проживало в сельских прибрежных пунктах на реке Тече, располагавшихся на территории Каслинского, Кунашакского, Красноармейского и частично Сосновского и Аргаяшского районов, а территория ВУРСа захватывала также Каслинский и Кунашакский районы, то в первые десятилетия, когда миграция населения была ограничена отсутствием паспортов (до 1960-х гг.), информация, собиравшаяся в этих районах, была достаточно полной. В более поздние годы, после индустриализации, миграционные процессы стали более выраженными, и часть членов когорты уже выезжала с наблюдаемых территорий и не могла быть прослежена. В связи с этим территория наблюдения за населением для анализа смертности была расширена до 2 областей (Челябинской и Курганской).

Известно, что к концу 2023 г. на ТН проживают более 11 000 человек (22% от немигрантов), умерло среди немигрантов за весь период более 34 000 человек, которые составили 67% членов когорты. Более 5 тысяч человек (11% от немигрантов) были потеряны на ТН за весь период наблюдения. Среди умерших на ТН причина смерти известна для 91%, что является удовлетворительным показателем для длительного периода наблюдения. Необходимо отметить, что на начало наблюдения (у каждого человека своя дата в период с 1950 по 1960 г.) все члены когорты включены в анализ и вносят свой вклад в расчет человеко-лет и случаев ЗНО до конца периода наблюдения или до даты выбытия с территории наблюдения по разным причинам (смерть, миграция, потеря из наблюдения). К концу

наблюдения 17 399 человек, или 27,6% от 62 827 (11 591 мигрант + 5808 потерянных из наблюдения) уже вышли из анализа. Доля выбывших может уменьшать статистическую силу анализа, но не должна вызывать значимого смещения при оценке риска, т.к. точная дата выбытия позволяет исключить человека из анализа как для подсчета человеко-лет, так и для случаев ЗНО в конкретной дозовой категории в конкретный календарный период [13].

Болезни, МКБ-9	Мужчины		Женщины		Всего	
	n	%	n	%	n	%
I. Инфекционные [Infection]	688	4,5	408	2,6	1096	3,5
II. Новообразования [Neoplasms]	2567	16,7	2233	13,9	4800	15,3
III. Эндокринной, иммунной систем, расстройства питания [Endocrine, metabolic and immune disorders]	136	0,9	272	1,7	408	1,3
IV. Крови и кроветворных органов [Blood and hematopoietic organs]	11	0,1	15	0,1	26	0,1
V. Психические расстройства [Mental disorders]	73	0,5	77	0,5	150	0,5
VI. Нервной системы и органов чувств [Nervous system and sense organs]	197	1,3	226	1,4	423	1,3
VII. Системы кровообращения [Circulatory system]	6607	43,1	9452	59,0	16 059	51,2
VIII. Органов дыхания [Respiratory system]	1467	9,5	1079	6,7	2546	8,1
IX. Органов пищеварения [Digestive system]	432	2,8	422	2,6	854	2,7
X. Мочеполовой системы [Genitourinary system]	150	1,0	151	1,0	301	1,0
XI. Осложнения беременности, родов и послеродового периода [Complications of pregnancy, childbirth and puerperium]	0	0,0	38	0,2	38	0,1
XII. Кожи и подкожной клетчатки [Skin and subcutaneous tissue]	7	0,0	15	0,1	22	0,1
XIII. Костно-мышечной системы и соединительной ткани [Musculoskeletal system and connective tissue]	22	0,1	45	0,3	67	0,2

XIV. Врожденные аномалии [Congenital anomalies]	30	0,2	31	0,2	61	0,2
XV. Состояния перинатального периода [Conditions of the perinatal period]	46	0,3	36	0,2	82	0,3
XVI. Симптомы, признаки, отклонения от нормы [Symptoms and ill- defined conditions]	426	2,8	752	4,7	1178	3,7
XVII. Травмы, отравления и другие внешние причины [Injuries, poisoning and other external causes]	2482	16,2	768	4,8	3250	10,4
Всего случаев смерти с известной причиной на территории	15 341	100,0	16 020	100,0	31 361	100,0
%		48,9	51,1	100,0		

Таблица 5 Структура причин смерти согласно МКБ-9 на ТНС за период с 1950 по 2019 г.

Наиболее частыми причинами смерти (51%) являются заболевания сердечно-сосудистой системы, на втором месте (15,3%) – смерти от новообразований, на третьем месте – травмы, несчастные случаи и отравления. Эти причины отражают общие тенденции причин смерти для всего взрослого населения [16], несмотря на то, что включают большой период наблюдения, в течение которого могли происходить различные колебания. У женщин третье место по частоте причин смерти (6,7%) занимают заболевания органов дыхания, потеснив причины смерти от травм и отравлений на четвертое место (4,8%). Более высокая доля внешних причин смерти (XVII класс МКБ-9) у мужчин относительно женщин является ожидаемой, так же, как и более высокие показатели смертности от ЗНО у мужчин являются общемировой тенденцией [18–17].

За весь период наибольшее число случаев смерти (905) наблюдается от ЗНО легкого, что составляет 19% от всех ЗНО. Такую же долю занимают смерти от ЗНО желудка с немного меньшим количеством случаев (892 случая). Следующая локализация в УКАОН по частоте – ЗНО кишечника и других отделов брюшной полости (475 случаев, 10%), затем идут ЗНО печени и поджелудочной железы (353 случая, 7%) и ЗНО пищевода (224 случая, 5%) [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

До настоящего времени исследования по изучению эффектов малых доз сохраняют большие неопределенности. Невысокая статистическая сила таких исследований связана именно с малыми величинами доз и должна компенсироваться большой численностью исследуемых групп или высокой частотой исследуемого события для получения значимых результатов.

Создание объединенной когорты лиц, облученных на Южном Урале в 2 радиационных ситуациях, а также увеличение периода наблюдения, приводящее к увеличению числа человеко-лет под риском, создали предпосылки для увеличения статистической силы исследования и уменьшения предыдущих неопределенностей в величинах риска. Численность когорты для анализа увеличилась почти вдвое и составила более 62 тысяч человек, число человеко-лет за 70-летний период составило 1,96 млн.

Исследование структуры смертности по причинам смерти позволяет установить значимость тех или иных факторов: природных и социальных, объективных и субъективных, эндогенных и экзогенных, и пр. К настоящему времени более полно изучено воздействие ионизирующего излучения на возникновение лейкозов и солидных злокачественных новообразований. Но также ведутся исследования радиогенной природы возникновения нераковых заболеваний [20].

ВЫВОДЫ

1. Медико-дозиметрическая база данных Уральского научно-практического центра радиационной медицины содержит информацию высокой степени достоверности, полученную из надежных источников, прошедшую доскональную проверку и выверку. Информация о лицах когорты включает демографические показатели, отражает семейные отношения, процессы миграции,

факторы риска. В БД УНПЦ РМ содержится информация об индивидуальных дозах облучения (внутренняя, внешняя доза, дозы на ККМ, костные поверхности, мягкие ткани, кишечник, гонады.), сведения о заболеваниях (диагнозы), для умерших о причинах смерти, о состоянии отдельных систем (кроветворной, иммунной, репродуктивной, нервной и др.). Объединенная когорта, созданная на основе информации в МД БД, позволяет увеличить статистическую значимость исследований, посвященных ситуациям, где население получило облучение в диапазоне малых и средних доз.

2. Организация БД позволяет эффективно использовать информацию в эпидемиологических исследованиях (для расчета рисков радиационного воздействия на заболеваемость и смертность), для исследований по оценке зависимостей доза-эффект, в исследованиях по оценке вкладов в заболеваемость радиационного фактора и факторов нерадиационной природы (пол, возраст, генетическая предрасположенность и др.). Информация, которую содержит БД УНПЦ РМ, позволяет оценить популяционные интенсивные и стандартизированные показатели смертности по всем причинам смерти аварийно-облученного населения Уральского региона, проанализировать характер и интенсивность их изменения во времени.

Список литературы

1. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. // М., ЦНИИАтоминформ, 1994. - 379 с.
2. Аклеев А.В., Киселёв М.Ф., ред. Медико-биологические и экологические последствия радиоактивного загрязнения реки Теча. Изд. 2-е дополненное. Москва, 2001 год. 530 стр.

3. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры /Под ред. Л.А.Ильина и В.А.Губанова. М.: ИздАТ, 2001.-7-52 с.
4. Jablon S. Selection, follow-up, and analysis in the Atomic Bomb Casualty Commission Study. National Cancer Institute Monograph. 1985. No 67, pp 53-58.
5. Preston D.L., Kusumi S., Tomonaga M., et al. (1994). Cancer incidence in Atomic Bomb Survivors. Part III: Leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987. Rad. Res. 137:S68-S97.
6. Иванов В.К., Цыб А.Ф. Медицинские радиологические последствия Чернобыля для населения России: оценка радиационных рисков. М.: Медицина, 2002. С. 243-246.
7. Комаров Ю.М. Концептуальные основы совершенствования медицинской статистики в стране. Совершенствование статистики здоровья и здравоохранения в Российской Федерации: материалы 6-ой ежегодной Российской науч.-практич. конференции. НПО "МедСоцЭкономИнформ". М., 1999. С. 16-25.
8. Силкин С.С., Крестинина Л.Ю., Старцев В.Н., Аклеев А.В. Уральская когорта аварийно-облученного населения. Медицина экстремальных ситуаций. 2019; 21(3): 393-402.
9. Сравнительная канцерогенная эффективность ионизирующего излучения и химических соединений. Рекомендации Национальной Комиссии США по радиационной защите и измерениям. Публикация 96 НКРЗ (США). - М.: Энергоатомиздат, 1992. - 188 с.
10. Аклеев А.В., Дегтева М.О., Крестинина Л.Ю. Сравнительный анализ медико-дозиметрических последствий аварии 1957 г. и загрязнения реки Течи в контексте эффективности защитных мероприятий // Радиационная гигиена. 2020. Т.13, № 1. С. 16 – 26.
11. "О мерах по реализации Закона Российской Федерации "О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие аварии

в 1957 году на производственном объединении "Маяк" и сбросов радиоактивных отходов в реку Теча"

12. Тряпицына С.В., Старцев Н.В. Создание медико-дозиметрической базы данных при долгосрочном наблюдении за населением, подвергшимся облучения в результате деятельности ПО «Маяк» // Экология XXI века: синтез образования и науки»: материалы VI Международной очно-заочной научно-практической конференции (18–21 мая 2020 г., Челябинск) / под научной ред. д-ра биол. наук Н.Н. Назаренко. – Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2020. С. 290-294
13. Triapitsyna S., Startsev N., Akleyev A. Medical-dosimetric database of The Urals Research Center for Radiation Medicine as a tool for estimating the risk of chronic radiation exposure of humans // Abstracts of Papers Presented at the Sixtieth Annual Meeting of the Health Physics Society(Indianapolis, Indiana, 14 July-18 July 2015), Vol.109, № 1, July 2015, P.19-20
14. Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Микрюкова Л.Д., Епифанова С.Б., Аклеев А.В. Сравнительный анализ риска смерти от солидных злокачественных новообразований у населения, облучившегося на Реке Теча и Восточно-Уральском радиоактивном следе. Радиация и риск (Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра). 2017; 26(1): 100-114. DOI: 10.21870/0131-3878-2017-26-1-100-114.
15. Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Епифанова С.Б. Анализ риска смерти от солидных злокачественных новообразований у населения, облучившегося на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа за 50-летний период. Радиационная гигиена. 2014; 7(1): 23-9.
16. Крестинина Л.Ю., Силкин С.С., Епифанова С.Б. Анализ риска смерти от солидных злокачественных новообразований у населения, облучившегося на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа за 50-летний период. Радиационная гигиена. 2014; 7(1): 23-9.
17. Приказ Министерства здравоохранения СССР от 23 июня 1986 года № 833.

18. Sources and effects of ionizing radiation. UNSCEAR 1996 Report to the General Assembly, with Scientific Annex. – New York, 1996. 86 p.1996. Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Мокров Ю.Г. Особенности формирования радиоактивного загрязнения р. Теча // Вопр. радиац. безопасности. -2007.- № 2 .- С. 27-36.
19. Алексахин Р. М., Л. А. Булдаков, В. А. Губанов и др. Радиоактивное загрязнение реки Теча. /Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры./ Под общей ред. Л. А. Ильина, В. А. Губанова/ М., ИздАТ, 2001. - 752 с.
20. Концепции радиационной, медицинской, социальной защиты и реабилитации населения Российской Федерации, подвергшегося аварийному облучению // Российская научная комиссия по радиационной защите. М., 2013.