

УДК 61+312+612.014.482
© 1998

**ХАРАКТЕРИСТИКА КОГОРТЫ РАБОЧИХ
АТОМНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО «МАЯК»
(Часть II)**

*Н.А. Кошурникова, Н.С. Шильникова, П.В. Окатенко, В.В. Креслов,
М.Г. Болотникова, М.Э. Сокольников, С.А. Романов, В.Ф. Хохряков, К.Г. Суслова*
Россия, г.Озерск, ГИЦ РФ «Институт биофизики», Филиал №1
Е.К. Василенко
Россия, г.Озерск, ПО «Маяк»

В филиале №1 Государственного Научного Центра РФ «Институт биофизики» создан регистр рабочих ПО «Маяк». Регистр включает 18830 человек, приступивших к работе на атомных реакторах, радиохимическом заводе и заводе по производству плутония в 1948–1972 гг., 25% из них – женщины. По состоянию на 31.12 1994 г. жизненный статус известен примерно для 90% людей в когорте. 5118 человек умерли. Причина смерти установлена в 97% случаев.

Рабочие подвергались воздействию внешнего гамма-излучения и внутреннего облучения от инкорпорированного плутония. Содержание плутония измерено у 30% рабочих, работавших в контакте с этим радионуклидом. Дозы внешнего гамма-излучения были в диапазоне от десятых долей мГр до 10 Гр, содержание плутония – до 366 кБк.

Относительно большой размер когорты рабочих ПО «Маяк», которая включает мужчин и женщин, подвергавшихся внешнему и внутреннему облучению в широком диапазоне доз, достаточно точная информация о причине смерти и длительный период наблюдения позволяют получить достаточно точные количественные оценки риска отдаленных эффектов хронического внешнего облучения с низкой мощностью дозы а также внутреннего облучения от плутония.

**ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ О ДОЗАХ
ДЛЯ КОГОРТЫ МАЯКА^{*)}**

Данные об индивидуальных дозах внешнего гамма-излучения, измеренных с помощью фотопленочных дозиметров, хранятся в Отделе Радиационной Безопасности ПО «Маяк» начиная с 1948 г.

Индивидуальный дозиметрический контроль персонала ПО «Маяк» проводится с мо-

мента ввода в действие основных технологических производств.

Служба дозиметрического контроля (радиационной безопасности) имела на каждом заводе. В 1971 г. все группы индивидуального контроля объединили в Центральную группу индивидуального контроля, которая до настоящего времени проводит индивидуальный дозиметрический контроль облучения персонала ПО «Маяк».

^{*)} – Более подробно организация дозиметрического контроля на ПО «Маяк» описана в статьях [1, 2].

В состав службы, наряду с другими структурными группами, входила лаборатория индивидуального дозиметрического контроля и фотолаборатория. Работники групп индивидуального контроля осуществляли зарядку, выдачу, сбор и обработку индивидуальных дозиметров — кассет ИФК. Обработка дозиметров включала проявление, фиксирование, сушку фотографических пленок, фотометрирование почернения и идентификацию номера пленки с владельцем кассеты. Работники лаборатории вели накопительные массивы данных по каждому работнику.

В течение 1948—1953 гг. проводилась посменная обработка индивидуальных дозиметров. В последующий период, в связи с уменьшением индивидуальных доз, период контроля стал увеличиваться, и к 1960 г. практически все участки заводов ПО «Маяк» были переведены на месячный график контроля.

В 1948 г. к моменту пуска на ПО «Маяк» первого промышленного уран-графитового реактора российские специалисты разработали два метода индивидуального контроля доз гамма-излучения у персонала: фотопленочный метод (метод ИФК) и ионизационный (метод ИДК-1) [3]. Метод ИДК применялся параллельно с методом ИФК до 1953 г. Работающих допускали в зону радиационного воздействия только при наличии так называемого «индивидуального пакета» с дозиметрами ИФК и ИДК-1. «Пакеты» сдавали в конце каждой смены, а обрабатывали в следующую смену. Оба дозиметра дублировали друг друга. Все расхождения показаний разбирали дежурные дозиметрической службы и после анализа определяли «согласованные результаты измерений», которые фиксировали в виде числа накопленных «суточных предельно допустимых доз». До середины 1952 г. предельно допустимая доза составляла 0,1 Р, а позже, до 1960 г. — 0,05 Р. Раз в месяц для каждого работника подсчитывали «суммарную дозу» в рентгенах, а в конце года — годовую. К 1953 году дневные дозы у персонала были значительно снижены, в результате чего вместо ежесменного

контроля кассеты ИФК стали выдавать на неделю, а на некоторых участках и на месяц. Для таких условий метод ИДК не годился. Им стали пользоваться как оперативным методом индивидуального контроля при проведении работ в полях повышенного гамма-излучения.

Метод ИФК основан на сравнении оптической плотности почернения облученных рабочих пленок с контрольными пленками, для которых сообщенная доза известна. Для каждой партии использовали отдельную серию контрольных пленок. Рабочие и контрольные пленки совместно проявляли, фиксировали и высушивали. Для каждой рабочей партии строили градуировочную кривую. Фотометрирование пленок проводили на денситометре ИФТ-11. Применяли пленки «Рентген XX» и «Рентген X». Первая предназначалась для регистрации доз от 0,05 до 3,00 Р, вторая охватывала диапазон от 0,5 до 15 Р. Если ожидали большие дозы, то по инструкции применяли позитивную пленку с диапазоном до 60 Р. Наряду с отечественными, использовали пленки «Easman X-Ray Films», «No-Screen» (фирмы «Дюпон») или пленки фирмы Afga для диапазона от 0,05 до 2,00 Р.

Контрольные пленки облучали на специальном градуировочном стенде в открытой геометрии. До 1951 г. в качестве источников применяли ^{226}Ra , затем ^{60}Co , а с 1961 г. и до настоящего времени — ^{137}Cs . Погрешность метода для гамма-излучения с энергией 0,4—3,0 Мэв составляла 30%. Однако, в полях низкоэнергетического гамма-излучения погрешность могла быть значительно больше.

Первой «Инструкцией по контролю гамма-вредности» [4] предусматривались различные варианты использования дозиметров ИФК. Для работы с «мягким» гамма-излучением половину корпуса дозиметра закрывали съемным кадмиевым фильтром. По разнице почернений пленки за фильтром и без фильтра можно было судить о наличии низкоэнергетического гамма-излучения и учитывать его. Эти фильтры применяли при проведении наиболее радиационно-опасных работ. Начиная

с 1953 г. по рекомендации специалистов ИБФ МЗ СССР для снижения энергетической зависимости чувствительности пленки к гамма-излучению половину кассеты ИФК стали заклеивать компенсирующим свинцовым фильтром толщиной 0,75 мм.

В 1961 г. был предложен индивидуальный фотоконтроль усовершенствованный (ИФКУ) [5]. При этом методики и организация индивидуального контроля остались без изменений. Кассета ИФКУ имела компенсирующие фильтры, впрессованные в корпус кассеты, формирующие 4 поля. Первое поле кассеты не имело компенсирующих фильтров, а толщина стенки кассеты уменьшена до 300 мг/см², что соответствует глубине залегания хрусталика глаза. На этом поле кассеты регистрировалась суммарная тканевая доза бета-излучения и некомпенсированного гамма-излучения. Оптическая плотность почернения рентгеновской пленки от бета-излучения больше, чем от гамма-излучения при той же дозе. Соотношение между дозой бета- и дозой гамма-излучения на глубине 300 мг/см², создающими одинаковую плотность почернения пленки, составляет 1,68 и практически не зависит от энергии бета-излучения. Учитывая это, определяли дозы бета-излучения по оптической плотности почернения пленки, облученной до известной дозы гамма-излучения. Для комбинированного бета-гамма-излучения в кассете предусматривалось второе поле, экранированное тканезквивалентным материалом, толщина которого достаточна для поглощения бета-излучения (алюминиевый фильтр 0,5 мм), позволяющим исключить влияние бета-излучения на рентгеновскую пленку и измерить плотность почернения от некомпенсированного гамма-излучения. В третьем поле к алюминиевому фильтру добавлен свинцовый, толщиной 0,75 мм, который уменьшает до 25% зависимость показаний дозиметра ИФКУ от энергии гамма-излучения в диапазоне 0,1–3,0 МэВ. Четвертое поле было предназначено для регистрации дозы тепловых нейтронов; в нем поверх фильтров из алюминия и свинца помещен кадмиевый экран тол-

щиной 50 мг/см², преобразующий поток тепловых нейтронов в гамма-излучение. Толщина кадмиевого конвертора подобрана таким образом, чтобы при одинаковых эквивалентных дозах гамма-излучения и тепловых нейтронов почернения пленки были одинаковыми. Фотометрическое устройство позволяло измерять четырехпольные пленки и было отградуировано в единицах поглощенной дозы (радах).

Метод ИФКУ применялся практически без изменений до 1992 г. С 1992 г. индивидуальный контроль проводится на базе термолюминесцентного метода ИКС, разработанного сотрудниками ИБФ МЗ СССР [6].

На ПО «Маяк» действовала следующая система регистрации доз.

До 1971 г. показания дозиметров (за смену, рабочий день, неделю, месяц в зависимости от частоты смены дозиметров в данный период времени на данном рабочем месте) регистрировались в индивидуальных контрольных книжках. Показания дозиметров суммировались за календарный год, и годовые дозы вносились в контрольные журналы. В настоящее время индивидуальные контрольные книжки и контрольные журналы хранятся в архиве службы радиационной безопасности. В 1971 г., когда произошло объединение служб радиационной безопасности отдельных заводов в единую службу дозиметрического контроля ПО «Маяк», изменилась форма регистрации доз. Показания дозиметров за каждый месяц передавались в информационно-вычислительный центр ПО «Маяк» на бумажных носителях, где они сводились в табуляграммы. Табуляграммы направлялись из ИВЦ в службу радиационной безопасности каждый месяц, а в конце года передавалась обобщающая табуляграмма, содержащая дозу за каждый месяц, за год и накопленную дозу за весь период работы. Годовые дозы из табуляграммы переносились в индивидуальные контрольные карты. Кроме того, для всех лиц, которые продолжали работать на ПО «Маяк» после 1971 г., в индивидуальные контрольные карты были перенесены данные о годовых до-

Таблица 1

Число и процент работников, контролировавшихся по внешнему облучению с помощью пленочных дозиметров

	Период начала работы				
	1948–1953	1954–1958	1959–1963	1964–1972	Всего
Число рабочих в когорте	8474	4045	3765	2546	18830
В том числе с данными пленочной дозиметрии	7055 (83,3%)	3585 (88,6%)	3021 (80,2%)	1940 (76,2%)	15601 (82,9%)

зах за период до 1971 г. Как табуляграммы, так и индивидуальные контрольные карты хранятся в службе радиационной безопасности ПО «Маяк». Для облегчения поиска информации существует так называемая поисковая картотека, в которой в алфавитном порядке находятся карточки всех рабочих, когда-либо подвергавшихся дозиметрическому контролю на ПО «Маяк». В этой карточке указано, где следует искать информацию о дозах для данного работника. Для нашего регистра мы пользовались информацией о дозах из контрольных журналов, которую проверяли по контрольным книжкам, а также из контрольных карт.

Около 83% работников в регистре контролировались по внешнему гамма-излучению с помощью пленочных дозиметров (табл. 1). Обычно работающие не контролировались на тех рабочих местах, где вероятность облучения от внешних источников очень мала. Однако, данные о профессиональном маршруте позволяют предположить, что какая-то часть работников, для которых отсутствуют данные внешней дозиметрии, могли в действительности подвергаться профессиональному радиационному воздействию.

На рис. 1 показано, как изменились со временем среднегодовые дозы внешнего гамма-излучения у работников каждого из трех заводов. Видно, что самые высокие дозы отмечены у работников радиохимического завода. Однако, уже с середины 50-х годов на всех

заводах дозы очень сильно снизились по сравнению с первыми годами деятельности ПО «Маяк». В табл. 2 представлены более детальные данные о дозах внешнего гамма-излучения у рабочих изучаемой когорты.

Кроме внешнего гамма облучения, работники радиохимического завода и завода по производству плутония могли подвергаться ингаляционному воздействию аэрозолей плутония. Таким образом, представляется важным дополнить данные о дозах внешнего гамма-излучения данными о внутреннем облучении легких и других органов от инкорпорированного плутония. К сожалению, оценка содержания плутония у работников ПО «Маяк» по стандартной унифицированной методике [7] началась только в конце 60-х годов. В настоящее время 4186 (30%) из 14416 работников радиохимического и плутониевого заводов имеют данные о содержании плутония в организме, измеренном по уровню его экскреции с мочой. Среди лиц с измеренным содержанием плутония жизненный статус известен для 4170 (99,6%) работников. Распределение рабочих по содержанию плутония представлено в табл. 3. Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что корреляция между дозой внешнего гамма-излучения и содержанием плутония в организме незначительна.

С конца 60-х годов в биофизической лаборатории ФИБ-1 проводятся работы по оценке уровней содержания и доз внутреннего облучения от инкорпорированного плутония.

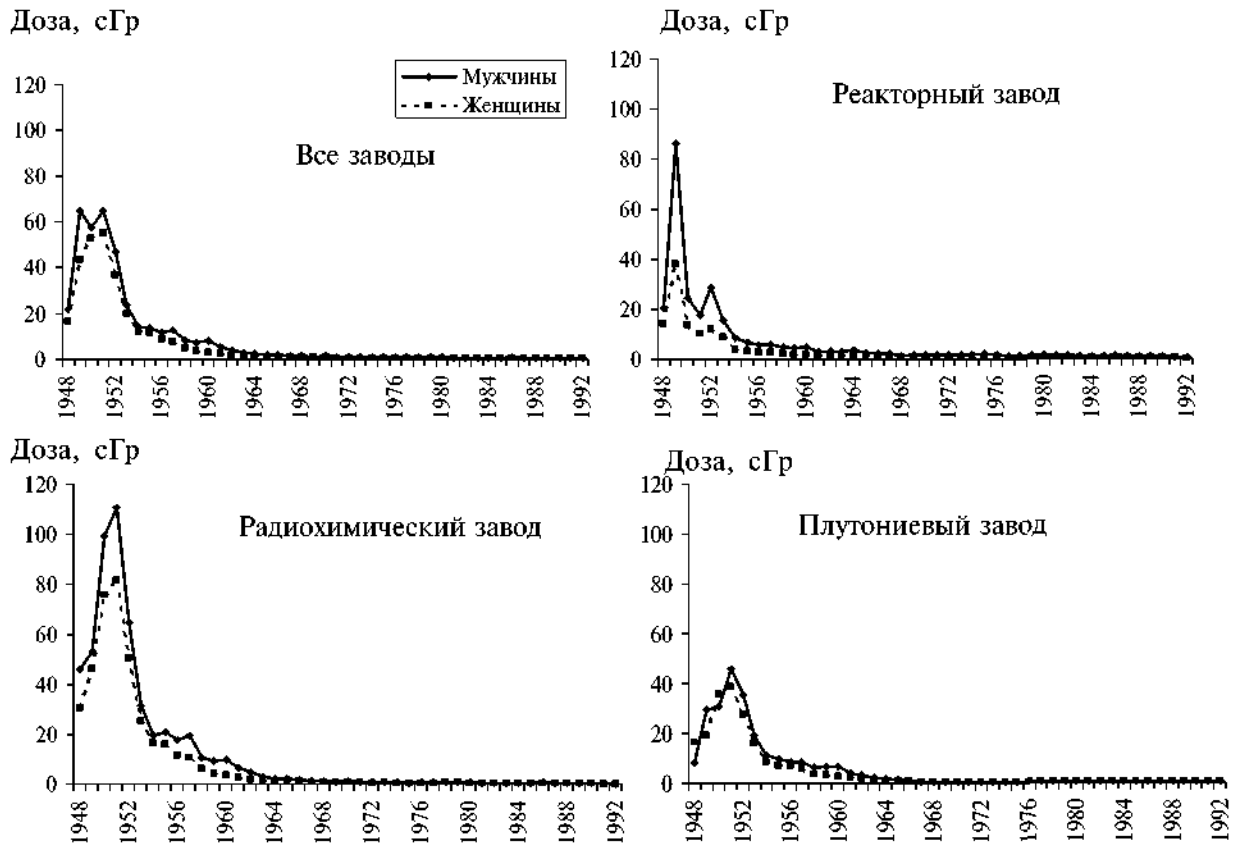


Рис. 1. Среднегодовые дозы внешнего гамма-излучения у работников ПО «Маяк»

Таблица 2
Распределение когорты работников Маяка по накопленной дозе внешнего гамма-излучения

Завод	Неконтролировавшиеся	Дозы (сГр)						Всего
		<20	20,0–49,9	50,0–99,9	100,0–199,9	200,0–399,9	400,0+	
Реакторный	513 (11,6%)	1320 (29,9%)	978 (22,2%)	783 (17,7%)	555 (12,6%)	232 (5,3%)	33 (0,7%)	4414 (100,0%)
Радиохимический	273 (3,5%)	1870 (23,6%)	1609 (20,3%)	1194 (15,1%)	1245 (15,7%)	1281 (16,2%)	438 (5,5%)	7910 (100,0%)
Плутониевый	2443 (37,6%)	2531 (38,9%)	626 (9,6%)	365 (5,6%)	296 (4,5%)	198 (3,0%)	47 (0,7%)	6506 (100,0%)
Всего	3229 (17,1%)	5721 (30,4%)	3213 (17,1%)	2342 (12,4%)	2096 (11,1%)	1711 (9,1%)	518 (2,8%)	18830 (100,0%)

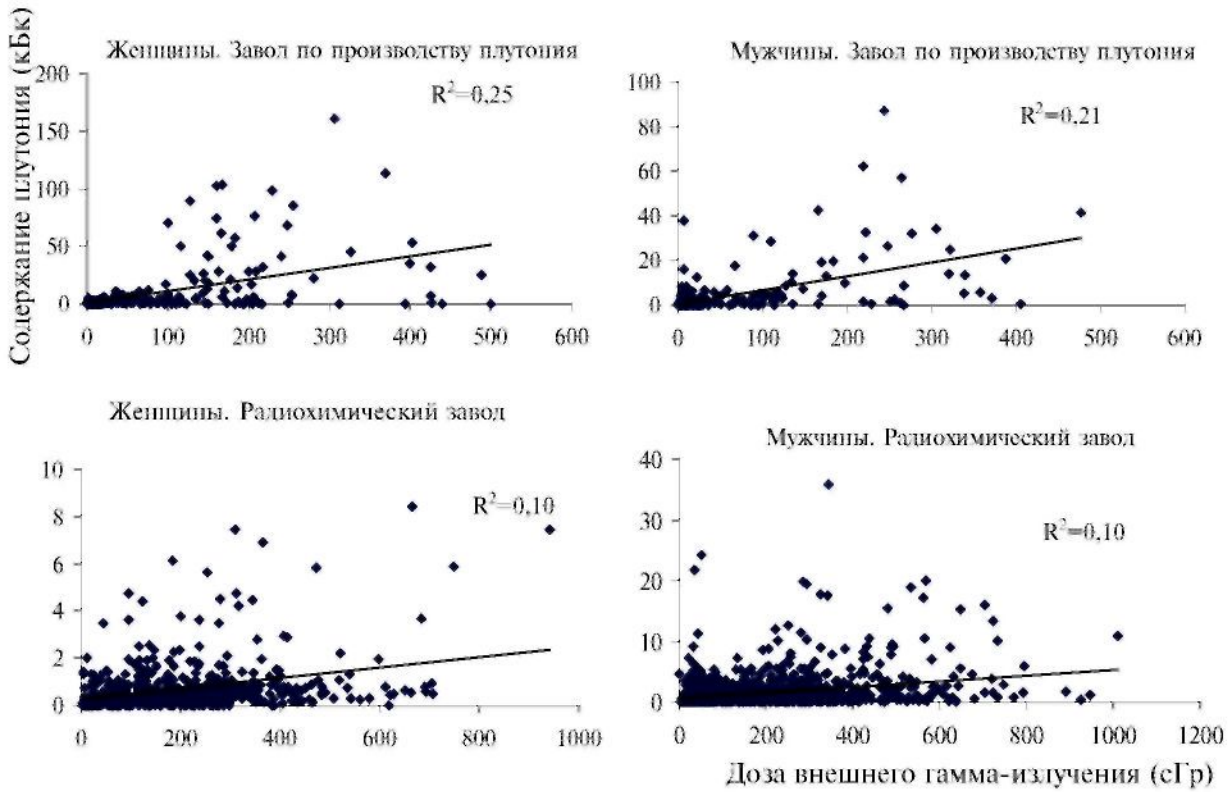


Рис. 2. Соотношение доз внешнего гамма-излучения и содержания плутония в организме

Таблица 3

Распределение работников по содержанию плутония в организме

	Пол	Содержание плутония в организме (кБк)					Всего	
		ниже порога чувствительности ^{*)}	< 0,74	0,74 -	1,48 -	2,96 -		3,70+
Число людей (%)	М	413 (13,2%)	1492 (47,6%)	516 (16,5%)	342 (10,9%)	64 (2,0%)	309 (9,9%)	3136 (100,0%)
	Ж	174 (16,6%)	494 (47,0%)	179 (17,0%)	94 (9,0%)	10 (1,0%)	99 (9,4%)	1050 (100,0%)
Среднее содержание плутония в организме (кБк)	М	—	0,33	1,06	2,09	3,30	12,91	2,19 ^{**)}
	Ж	—	0,33	1,04	2,13	3,50	29,66	4,02 ^{**)}

^{*)} — Порог чувствительности составляет 5 мБк в пробе мочи 500 мл.

^{**)} — Среднее значение для работников с содержанием плутония выше порога чувствительности.

Руководителем этих исследований является В.Ф. Хохряков. В результате этой работы создан дозиметрический регистр внутреннего облучения ПО «Маяк» (ДРВОМ) [8]. Этот регистр включает:

- Данные посмертных исследований на 860 случаев.
- Данные измерений мочевой экскреции примерно на 5800 человек. В это число вошли люди, начавшие работать после 1972 г. и пока не включенные в описываемую когорту работников ПО «Маяк». База данных включает около 42 000 индивидуальных измерений. При этом число измерений, приходящихся на одного человека, составляет от 3 до 20 и более.
- Истории профессионального облучения для всех работников, контролировавшихся на содержание плутония. Эти данные включают: рабочее место, профессию, даты найма и увольнения, тип соединения плутония, его транспортабельность, продолжительность контакта с плутонием.

Накопленная информация была использована для разработки:

- классификации промышленных соединений плутония по показателю транспортабельности, измеренному методом диализа;
- модификации модели Langham-Durbin экскреции системного плутония, которая может быть использована для оценки в отдаленные сроки [9];
- упрощенной модели прогноза поведения плутония в организме в отдаленные сроки после начала профессионального воздействия [10].

Биокинетические модели транспорта и экскреции плутония в организме человека и информация об историях профессионального облучения дают возможность оценить содержание плутония в органах и тканях на основе измерения экскреции плутония в суточной порции мочи. Содержание плутония в организме и дозы для рабочих когорты ПО «Маяк» рассчитаны по мочевой экскреции с использованием алгоритма [7]. Этот метод утверж-

ден как стандартный метод для подобных расчетов на всех предприятиях атомной промышленности России.

Результаты сравнения оценок содержания плутония в организме по уровню мочевой экскреции с посмертными оценками позволяют предположить, что расчетные оценки не содержат существенной систематической ошибки. В частности, было установлено, что отношение оцененного содержания к измеренному хорошо описывается логнормальным распределением со средней геометрической 1,0 и стандартным геометрическим отклонением 2,1 для содержания в организме: 2,9 – для содержания в легком, 2,7 – в печени и 2,2 – в скелете [10].

ПРОЦЕДУРЫ СОЗДАНИЯ ГРУППЫ СРАВНЕНИЯ ДЛЯ КОГОРТЫ ОБЛУЧЕННЫХ РАБОТНИКОВ ПО «МАЯК»

При получении оценок риска в изучаемой когорте значительную трудность представляет собой выбор подходящей необлученной группы сравнения или соответствующих внешних коэффициентов для расчета ожидаемых величин. При том составе когорты, который существует в настоящее время, единственно возможной группой внутреннего сравнения являются неконтролируемые работники. Однако, как отмечалось ранее, некоторые работники из этой группы могли подвергаться внешнему и внутреннему облучению. Поэтому следует проявить осторожность при решении вопроса об использовании этой группы как «необлученной». Если не считать неконтролируемых работников, изучаемая когорта содержит сравнительно немного людей с малыми дозами, т.е. с накопленными дозами внешнего гамма-излучения менее 200 мГр (табл. 2). Кроме того, поскольку содержание плутония в организме измерено только у 30% лиц, контактировавших с плутонием, среди работников с малыми дозами могут оказаться не выявленные «носители» плутония. Таким образом, сегодня для расчета ожидаемых случаев смерти приходится использовать внешние ко-

эффиценты.

До настоящего времени анализ смертности работников ПО «Маяк» [11, 12] основывался на сравнениях с ожидаемыми величинами, полученными с использованием коэффициентов смертности в СССР и Российской Федерации [13–20]. Эти сравнения делались без учета различий между уровнем смертности работников ПО «Маяк» (или других жителей Озерска) и всем населением СССР и России. Такие различия могут быть обусловлены «эффектом здорового рабочего», связанным с медицинским отбором для работы на ПО «Маяк».

Данные национальной статистики имеют несколько недостатков. Один из них — недостаточно детальное представление данных по причинам смерти. Например, нет данных о смертности от рака некоторых локализаций, представляющих интерес в данном исследовании, таких как рак печени, костной ткани, поджелудочной железы и пр. Кроме того, хотя в последние годы данные о смертности представлены по 5-летним возрастным интервалам [13–17, 20], более ранние данные [18, 19] имеются только для ограниченного числа возрастных диапазонов (обычно <30 лет, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70 и старше). И, наконец, мы имеем данные национальной статистики о смертности, только начиная с 1961 г., тогда как период наблюдения в когорте рабочих ПО «Маяк» начинается с 1948 года.

Имеются некоторые данные о смертности в Уральском регионе [21]. Эти данные имеют те же недостатки, что и национальная статистика. Но, кроме того, есть и другие проблемы, касающиеся использования их для анализа выбранной когорты работающих. Поскольку для работы на ПО «Маяк» были собраны люди со всего СССР, они во многих отношениях отличаются от коренного населения Урала. Кроме того, многие промышленные территории Урала загрязнены в результате деятельности металлургических, химических и горнодобывающих предприятий, и, вероятно, эти загрязнения оказали влияние на

смертность в регионе. Территория г. Озерска, где проживают работники ПО «Маяк», является «чистой» в отношении химических факторов. Все это делает региональные коэффициенты смертности мало пригодными для расчета ожидаемых случаев смерти в изучаемой когорте.

Мы пытаемся создать группу сравнения из работников вспомогательных заводов и подразделений ПО «Маяк». Это ремонтно-механический завод, приборный завод, завод водоподготовки и конструкторское бюро. Формирование группы сравнения из работников вспомогательных заводов требует создания регистра работников этих заводов и тщательного изучения индивидуальных профессиональных маршрутов с целью выявления и исключения тех, кто работал на участках с возможным радиационным воздействием.

Даже если мы сможем расширить изучаемую когорту путем включения большой группы необлученных работников, внешние коэффициенты сохраняют свою значимость для анализа радиационных рисков среди работников ПО «Маяк». В настоящее время нами разрабатываются процедуры, которые могут помочь в разрешении некоторых проблем, касающихся использования опубликованных национальных коэффициентов смертности, в частности, их грубое деление по возрасту смерти.

Как уже упоминалось, до настоящего времени национальные коэффициенты использовались для сравнения без учета того, что «фоновая» смертность работников ПО «Маяк» может отличаться от показателей смертности населения СССР и России. С помощью так называемого метода «регрессии стандартизованного относительного риска» [22] возможно использовать национальные коэффициенты для характеристики основных тенденций изменения «фоновой» смертности и смертности в когорте в зависимости от возраста, календарного периода, и учесть общие различия между национальными коэффициентами и «фоновыми» коэффициентами для работников ПО «Маяк».

**СИЛЬНЫЕ И СЛАБЫЕ СТОРОНЫ
КОГОРТЫ**

Ряд характеристик когорты работников ПО «Маяк» позволяет нам считать, что эта когорта может дать ценную информацию о рисках для здоровья в результате хронического радиационного воздействия. Сильными сторонами когорты можно считать следующее:

- Относительно большой размер когорты и длительный период наблюдения.
- Процент лиц с известным жизненным статусом достаточно высок, и имеются качественные данные о причинах смерти.
- Наличие измеренных (нерасчетных) доз внутреннего и внешнего излучения.
- Характер радиационного воздействия позволяет изучать эффекты хронического внешнего облучения и внутреннего облучения от плутония в широком диапазоне доз. Эта когорта может стать основным источником информации об отдаленных эффектах воздействия плутония.

Однако, чтобы получить надежные оценки риска на основе этой когорты необходимо решить ряд проблем. Основной проблемой нашего исследования является выбор группы сравнения и адекватных внешних коэффициентов смертности для расчета ожидаемых случаев смерти. Авторы пытаются решить эту проблему путем создания группы сравнения из рабочих вспомогательных заводов и разработки процедуры для минимизации отрицательного влияния вышеперечисленных недостатков национальной статистики.

Другая важная проблема связана с трудностью разделения эффектов внешнего и внутреннего радиационного воздействия на оценки риска. Это особенно важно в отношении злокачественных опухолей основных органов депонирования плутония (легкое, печень, скелет). Для решения этой проблемы нужны соответствующие методические подходы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Филиале №1 Государственного Научного Центра «Институт биофизики» создан регистр работников основных заводов ПО «Маяк» – первого ядерного предприятия бывшего СССР. Этот регистр включает 18830 человек, начавших работать на атомных реакторах, радиохимическом заводе и заводе по производству плутония в 1948–1972 гг. По состоянию на 31.12.1994 г. жизненный статус известен для 16583 человек, т.е. примерно для 90% лиц, включенных в регистр. 5118 человек умерли. Причина установлена для 97% случаев смерти. Информация о причине смерти является достаточно точной. Ввиду относительно большого размера когорты, включающей мужчин и женщин, подвергшихся внешнему и внутреннему облучению в широком диапазоне доз, достаточно высокой точности информации о причине смерти и длительного периода наблюдения, когорта работников ПО «Маяк» имеет уникальную возможность дать достаточно точные количественные оценки риска отдаленных эффектов хронического радиационного воздействия с низкой мощностью дозы. Эти оценки могут быть важным дополнением к оценкам риска острого облучения у лиц, переживших атомную бомбардировку в Японии [23]. Кроме того, поскольку многие работники подвергались внутреннему облучению от плутония, эта когорта может стать важным источником информации об эффектах этого облучения. Чтобы получить надежные оценки риска в когорте, необходимо решить ряд проблем, которые включают: создание адекватной внутренней группы сравнения и/или преобразование внешних коэффициентов смертности, разработку методов разделения эффектов внутреннего и внешнего облучения, особенно опухолей таких локализаций, как печень, легкое, кость, для которых внутреннее облучение может играть основную роль. Несмотря на сложные проблемы мы полагаем, что регистр даст важные эпидемиологические данные для оценки радиационного риска.

Авторы благодарят руководство ПО «Маяк» за активную поддержку и помощь в работе по созданию регистра и подготовке настоящей публикации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лызлов А.Ф., Василенко Е.К., Князев В.А. Индивидуальный дозиметрический контроль на первом предприятии атомной промышленности России – производственном объединении «Маяк» – с начала его деятельности по настоящее время // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 1995, №5, С.85–87.
2. Лызлов А.Ф., Василенко Е.К., Князев В.А., Кеирим-Маркус И.Б. Организация индивидуального дозиметрического контроля на первом предприятии атомной промышленности России // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 1996, №5, С.36–38.
3. Сборник радиохимических и дозиметрических методик. Под ред. Н.Г. Гусева. – М.: Медгиз, 1959.
4. Исаев Б.М., Маргулис У.Я., Штуккенберг Ю.М. Инструкция по индивидуальному контролю гама-вредности. Архив ПО «Маяк» 1948, Фонд 5, опись 26, ед. хр. 5.
5. Дозиметрические и радиохимические методики. Под ред. Н.Г. Гусева. – М.: Атомиздат, 1966.
6. Дозиметрический и радиометрический контроль. Ч. 2. Под ред В.И. Гришмановского – М.: Энергоиздат, 1981.
7. Выявление, регистрация и медицинское наблюдение за носителями плутония. Методические указания. Под ред. Э.Р. Любчанского, В.Ф. Хохрякова. – М. – 1987. – 101 с.
8. Suslova K.G., Filipy R.E., Khokhryakov V.F. et al. // Rad. Protect. Dosim. 1996. V.67. P.13–22.
9. Khokhryakov V.F., Menshikh Z.S., Suslova K.G. et al. //Rad. Protect. Dosim, 1994. V.53. P.235–239.
10. Khokhryakov V.F., Romanov S.A., Suslova K.G., A model of lung clearance of plutonium. In Health effects of internally deposited radionuclides: Emphasis on radium and thorium (Van Kaick, G.; Karaoglou, A; Kellerer, A. M., Eds.), World Scientific Co. Pte. Ltd. 1995. P.117–121.
11. Koshurnikova N.A., Buldakov L.A., Bysogolov G.D. et al. // The Science of the Total Environment, 1994. V.142, P.9–23.
12. Koshurnikova N.A., Shilnikova N.S., Okatenko P.V. et al. The Risks of Cancer Among Nuclear Workers at the «Mayak» Production Association: Preliminary Results of an Epidemiological Study. Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the National Council on Radiation Protection and Measurements. 3–4 April. 1996. P.113–122.
13. Аксель Е.М., Двойрин В.В., Трапезников Н.Н. Статистика злокачественных новообразований в России и некоторых других странах СНГ, 1980–1991. Российская Академия Медицинских Наук. Онкологический Научный Центр. – М., 1993.
14. Двойрин В.В., Аксель Е.М., Трапезников Н.Н. Заболеваемость и смертность от злокачественных новообразованиями населения России и некоторых других стран СНГ в 1993 г. Российская Академия Медицинских Наук, Онкологический Научный Центр. – М., 1995.
15. Двойрин В.В., Аксель Е.М., Трапезников Н.Н. Статистика злокачественных новообразований в России и некоторых других странах СНГ в 1994 г. Российская Академия Медицинских Наук, Онкологический Научный Центр. – М., 1995.
16. Двойрин В.В., Старинский В.В., Трапезников Н.Н. Информационное обеспечение планирования и оценки Российской противораковой программы. Российская Академия Медицинских Наук, Онкологический Научный Центр. – М., 1992.
17. Демографический Ежегодник СССР. Госкомстат СССР. – М.: Финансы и Статистика, 1990.
18. Злокачественные новообразования (Статистические материалы по СССР). Под ред. А.Ф. Серенко, Г.Ф. Церковного. – М.: Медицина, 1974.
19. Злокачественные новообразования в СССР

и союзных республиках. Статистический справочник. Под ред. Н.Н. Трапезникова, Г.Ф. Церковного, Б.В. Билетова, В.В. Двойрина. — М.: Медицина, 1989.

20. Население СССР, 1987. Статистический сборник. Госкомстат СССР. — М.: Финансы и Статистика. 1988.

21. О заболеваемости и смертности населения

Свердловской области от новообразований. Госкомстат Российской Федерации. Свердловское областное управление статистики. Екатеринбург. 1992.

22. Breslow N. et al. J. //Amer. Stat. Assoc, 1983. V.78, P.1–12.

23. Pierce D.A., Shimizu Yu., Preston D.L. et al. //Rad. Res., 1996. V.146, P.1–27.