

Лейкозы и рак щитовидной железы у участников ликвидации последствий чернобыльской катастрофы: оценка радиационных рисков (1986-1995)

Иванов В.К., Цыб А.Ф., Горский А.И., Максютков М.А., Растопчин Е. М.,
Коногоров А.П., Бирюков А.П., Матяш В.А.

Медицинский радиологический научный центр РАМН, Обнинск

Работа посвящена прямой эпидемиологической оценке радиационных рисков в индукции лейкозов и раков щитовидной железы у ликвидаторов чернобыльской катастрофы. На 01.01.96 г. в Российском государственном медико-дозиметрическом регистре собраны данные на 168 тыс. ликвидаторов. Анализируются 48 случаев лейкозов и 47 случаев рака щитовидной железы, выявленных и верифицированных у ликвидаторов. Установлены следующие радиационные риски: по лейкозам - избыточный относительный риск на 1 Гр (ERR/Гр) равен 4,30 (95% ДИ = 0,83; 7,75), избыточный абсолютный риск на 10^4 человеко-лет Гр (EAR/ 10^4 человеко-лет Гр) равен 1,31 (95% ДИ = 0,23; 2,39); для раков щитовидной железы - ERR/Гр равен 5,31 (95% ДИ = 0,04; 10,58), EAR/ 10^4 человеко-лет Гр равен 1,15 (95% ДИ = 0,08; 2,22).

Leukemia and thyroid cancer in emergency workers of the Chernobyl accident: estimation of radiation risks (1986-1995)

Ivanov V.K., Tsyb A.F., Gorsky A.I., Maksyutov M.A., Rastopchin Eu.M.,
Konogorov A.P., Biryukov A.P., Matyash V.A.

Medical Radiological Research Centre of RAMS, Obninsk

The work focuses on direct epidemiological assessment of radiation risks in induction of leukemia and thyroid cancer in emergency workers after the Chernobyl accident. The Russian National Medical Dosimetric Registry compiles data for 168 thousand emergency workers as of 01.01.1996. Analysis is performed of 48 leukemias and 47 thyroid cancers diagnosed and verified in emergency workers. The estimated radiation risks are: for leukemia - excess relative risk per Gy (ERR/Gy) is 4,30 (95% CI = 0,83; 7,75), excess absolute risk per 10^4 PY Gy (EAR/ 10^4 PY Gy) is 1,31 (95% CI = 0,23; 2,39); and for thyroid cancer - ERR/Gy is 5,31 (95% CI = 0,04; 10,58), EAR/ 10^4 PY Gy is 1,15 (95% CI = 0,08; 2,22).

Введение

Хорошо известно, что в области малых доз ионизирующего излучения (до 0,2-0,3 Зв) практически отсутствуют оценки радиационных рисков, полученные в результате прямых эпидемиологических исследований. Прогноз радиационной индукции злокачественных новообразований в этом диапазоне доз облучения осуществляется, как правило, путем экстраполяции коэффициентов риска из области сравнительно высоких доз облучения (1-2 Зв) в область малых доз. Поэтому установление коэффициентов радиационного риска при малых дозах имеет особое значение: осуществляется дополнительная проверка пригодности рекомендуемых коэффициентов и моделей прогноза для указанного диапазона доз облучения.

В этом смысле данные, накопленные после чернобыльской катастрофы, имеют уникальное значение. Действительно, уже в течение первых десяти лет наблюдений собраны огромные объемы эпидемиологических данных, характеризующие

состояние здоровья сотен тысяч людей, получивших малые дозы облучения. Вместе с тем, в научной литературе имеется крайне ограниченное число работ, посвященных оценке чернобыльских радиационных рисков, и возникает вопрос о принципиальной возможности их (радиационных рисков) оценки в прямых эпидемиологических исследованиях.

В наших предыдущих работах впервые были получены оценки избыточного относительного риска для заболеваемости и смертности ликвидаторов от злокачественных новообразований, а также заболеваемости раком щитовидной железы детей загрязненных радионуклидами территорий Брянской области [1, 2]. Следует подчеркнуть, что полученные путем прямого эпидемиологического исследования коэффициенты радиационного риска находятся в хорошем согласии с рекомендуемыми моделями.

Одним из первых проявлений отдаленных последствий воздействия ионизирующего излучения на здоровье облученных людей является увели-

чение частоты заболеваемости лейкозами и раком щитовидной железы. Известно, что среди радиационно-индуцированных злокачественных новообразований лейкозы и рак щитовидной железы имеют наименьший латентный период (примерно 2-3 года для лейкозов и 4-5 лет для рака щитовидной железы). Время, прошедшее после аварии на ЧАЭС, уже достаточно для их индукции.

Настоящая работа посвящена радиационно-эпидемиологическому анализу заболеваемости ликвидаторов раком щитовидной железы и лейкозами. В работе впервые приводятся оценки полученных за 1986-1995 гг. радиационных рисков и их сравнение с моделями прогноза, общепринятыми в мировой практике.

В наших предыдущих исследованиях уже неоднократно давалось медико-дозиметрическое описание когорты ликвидаторов [3-5]. Поэтому остановимся лишь на кратком описании этой когорты, наблюдение за которой осуществляется в рамках Российского государственного медико-дозиметрического регистра (РГМДР).

Материалы и методы

На 01.01.1996 г. база данных РГМДР содержала медицинскую и дозиметрическую информацию о 168 тыс. ликвидаторов. В 1986 г. принимали участие в работах 77,7 тыс. человек, в 1987 г. - 58,7 тыс. человек, в 1988-1990 гг. - 31,6 тыс. человек. Хорошо известно, что в 30-км зоне Чернобыльской АЭС в 1986-1990 гг. в восстановительных работах принимало участие более 200 тыс. ликвидаторов из России. Поэтому даже спустя десять лет после катастрофы в системе РГМДР продолжается регистрация ликвидаторов, которые ранее не были включены в эту систему. В настоящее время (в соответствии с Постановлением Правительства России) РГМДР имеет строгую иерархическую организацию: государственный уро-

вень регистра создан на базе Медицинского радиологического научного центра в Обнинске; 20 региональных центров регистра обеспечивают сбор и передачу на государственный уровень данных ежегодных медицинских осмотров со всей территории России.

С точки зрения дозиметрической информации о когорте ликвидаторов регистр располагает только официальными дозами внешнего облучения. Вопрос о точности в определении доз внешнего облучения ликвидаторов остается крайне сложным. По нашим данным степень неопределенности в оценке индивидуальных доз облучения может достигать фактора 2,5-3,0.

Из 168 тыс. ликвидаторов 119 тыс. (71%) имеют официально зарегистрированные индивидуальные дозы внешнего облучения. Как видно из таблицы 1, наиболее высокие лучевые нагрузки получили ликвидаторы в 1986 г.: более 4,5% из 46575 человек получили в 1986 г. превышающие "пороговое значение" - 250 мГр.

С точки зрения прогноза отдаленных стохастических радиационных эффектов важно описать также и возрастное распределение ликвидаторов (табл. 2). Необходимо подчеркнуть, что средний возраст ликвидаторов на момент их работы в 30-км зоне составлял 33,5 года. Это означает, что средняя продолжительность жизни под радиационным риском (после облучения) превысит 25 лет. В настоящее время на 01.01.1996 г. максимальное количество (31,7%) ликвидаторов находятся в возрастном диапазоне 40-44 года.

Основной целью представленной работы является определение радиационных рисков заболеваемости лейкозами и раком щитовидной железы в когорте ликвидаторов. При этом используются широко известные в эпидемиологии методы и приводится сравнение полученных коэффициентов радиационного риска с рекомендованными значениями.

Таблица 1
Дозовое распределение ликвидаторов в зависимости от года прибытия в зону

Год прибытия	Численность	Доза, мГр					
		0 - 49	50 - 99	100 - 149	150 - 199	200 - 249	> 250
1986	46575	18,2%	10,2%	10,1%	20,7%	36,3%	4,5%
1987	48077	24,0%	51,9%	9,7%	8,1%	5,8%	0,6%
1988-1990	24764	87,3%	9,7%	1,3%	0,7%	0,6%	0,4%
1986-1990	119416	34,5%	25,9%	8,1%	11,8%	17,5%	2,2%

Таблица 2

**Возрастное распределение ликвидаторов с установленными внешними дозами
в зависимости от года прибытия в зону**

Год прибытия	Возраст на 1 января 1996 года								
	< 30	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	> 65
1986	4,7%	13,8%	17,9%	22,0%	26,9%	8,6%	4,8%	0,9%	0,4%
1987	1,8%	7,9%	19,5%	36,6%	27,6%	4,9%	1,2%	0,3%	0,1%
1988-1990	1,6%	2,8%	29,1%	42,2%	20,7%	2,6%	0,7%	0,2%	0,1%
1986-1990	2,9%	9,3%	20,8%	31,7%	25,9%	5,9%	2,6%	0,5%	0,3%

Результаты и обсуждение

Заболеваемость лейкозами

В настоящем анализе рассматривается 48 случаев заболеваний лейкозами среди ликвидаторов, верифицированных Медицинским радиологическим научным центром РАМН и местными учреждениями здравоохранения на 01.01.1994 г. Верификация лейкозов - это сложная и длительная про-

цедура, поэтому в работе проводится анализ заболеваемости с 1986 по 1993 г. включительно. База данных РГМДР на 01.01.1994 г. содержала медицинскую и дозиметрическую информацию на 142 тыс. ликвидаторов, среди которых и были установлены эти 48 случаев заболеваний.

В таблицах 3-6 приведено распределение выявленных случаев лейкозов по некоторым характеристикам.

Таблица 3

**Распределение числа случаев лейкозов среди ликвидаторов
по дате въезда в чернобыльскую зону**

Дата въезда (год)	Число случаев
1986	25 (52,1%)
1987	16 (33,3%)
1988	5 (10,4%)
1989	1 (2,1%)
1990	1 (2,1%)
Всего	48 (100%)

Таблица 4

**Распределение числа случаев лейкозов среди ликвидаторов в зависимости от
длительности пребывания в чернобыльской зоне**

Длительность пребывания (месяцы)	Число случаев
< 1	9 (18,8%)
1 - < 2	12 (25,0%)
2 - < 3	12 (25,0%)
3 - < 6	10 (20,8%)
6 - < 12	2 (4,2%)
12+	3 (6,2%)
Всего	48 (100%)

Таблица 5

**Распределение числа случаев лейкозов среди ликвидаторов
в зависимости от внешней дозы облучения**

Доза (мГр)	Число случаев
< 50	12 (25,0%)
50 - 99	8 (16,7%)
100 - 149	6 (12,5%)
150 - 199	3 (6,2%)
200 - 249	7 (14,6%)
250+	1 (2,1%)
Нет данных	11 (22,9%)
Всего	48 (100%)

Таблица 6

**Распределение числа случаев лейкозов среди ликвидаторов
в зависимости от даты диагноза**

Дата диагноза (год)	Число случаев
1986	1
1987	5
1988	5
1989	3
1990	6
1991	11
1992	9
1993	8
Всего	48

Нами в анализе радиационных рисков предполагается рассматривать все типы лейкозов (МКБ-9 204.0-208.9). Вместе с тем, хорошо известно, что, например, хронический лимфолейкоз не является радиационно-индуцированным заболеванием. Учет всех типов лейкозов среди ликвидаторов в настоящей работе обусловлен, главным образом, их небольшим числом, установленным за 1986-1993 гг. Другим важным моментом является возможность сравнения ожидаемого (с учетом радиогенных) и наблюдаемого числа случаев. При этом ожидаемое число всех типов лейкозов определяется с использованием мультипликативной модели прогноза, коэффициенты которой были получены на основе японской когорты переживших атомную бомбардировку [6].

Как видно из таблицы 3, 41 случай заболевания лейкозом (83,4%) наблюдается среди ликвидаторов 1986-1987 гг. Однако и в базе данных РГМДР ликвидаторов 1986-1987 гг. - 116 тыс. человек, что составляет 81,7% от объема всей базы. Поэтому информация из таблицы 3 не позволяет сделать каких-либо однозначных выводов о 1986-1987 гг. как факторах риска. Требуется более сложный анализ по оценке отношения числа заболеваний в облученной когорте и референтной необлученной группе. С этой целью нами вычислена

заболеваемость лейкозами мужского населения России, стандартизованного на возрастное распределение ликвидаторов. Эта величина определяет ожидаемое число заболеваний. В работе используется широко известный в эпидемиологических исследованиях показатель SIR - отношение наблюдаемой к ожидаемой заболеваемости*.

В таблице 7 даны оценки величины SIR по заболеваемости лейкозами у ликвидаторов для двух временных интервалов: 1986-1989 гг.; 1990-1993 гг. Важно подчеркнуть, что в обоих случаях величина SIR больше 100%, т.е. заболеваемость ликвидаторов выше, чем в контрольной референтной группе. Вместе с тем, только на временном интервале 1990-1993 гг. это отличие от контроля статистически значимо с доверительным интервалом 95%. Можно также отметить еще одну важную деталь: отсутствие радиационного риска в 1986-1989 гг. подтверждает правильность принятых в моделях прогноза предположений о латентном периоде в 2-3 года индукции радиогенных лейкозов.

* Standardized incidence ratio (SIR) на временном интервале [0, T] означает отношение числа вновь выявленных заболеваний в этом интервале (наблюдаемых) к числу ожидаемых, выраженное в процентах.

Таблица 7

SIR заболеваемости лейкозами в когорте ликвидаторов

Период наблюдения (календарные годы)	Наблюдаемое число случаев	Ожидаемое число случаев	SIR	95% доверительный интервал
1986-1989	14	12,3	113	62; 190
1990-1993	34	19,2	177	122; 247

Как уже отмечалось выше, при анализе заболеваемости лейкозами (всеми типами) в японской когорте, переживших атомную бомбардировку, была построена динамическая модель радиационного риска, которая используется нами для прогноза [6]. Кроме указанной выше модели прогноза были использованы основные характеристики когорты ликвидаторов: возрастное и дозовое распределение, спонтанный для России уровень заболеваемости лейкозами. На рисунке 1 приведены данные чернобыльского регистра о заболеваемости лейкозами у ликвидаторов и соответствующая кривая прогноза. Какие главные выводы можно сделать из рисунка 1? Во-первых, прогноз и

фактические данные находятся в хорошем согласии в пределах погрешностей. Во-вторых, как следует из прогноза, и что четко видно из данных регистра, пик радиогенных лейкозов наблюдался через 4-5 лет после катастрофы с величиной атрибутивного риска (AR) 45-60%, ($AR=1-1/SIR$). Это означает радиационную обусловленность каждого второго случая лейкоза, выявляемого в настоящее время у ликвидаторов. Несмотря на то, что с течением времени доля радиогенных лейкозов у ликвидаторов должна постоянно уменьшаться, продолжение исследований в этом направлении является одной из приоритетных задач РГМДР.

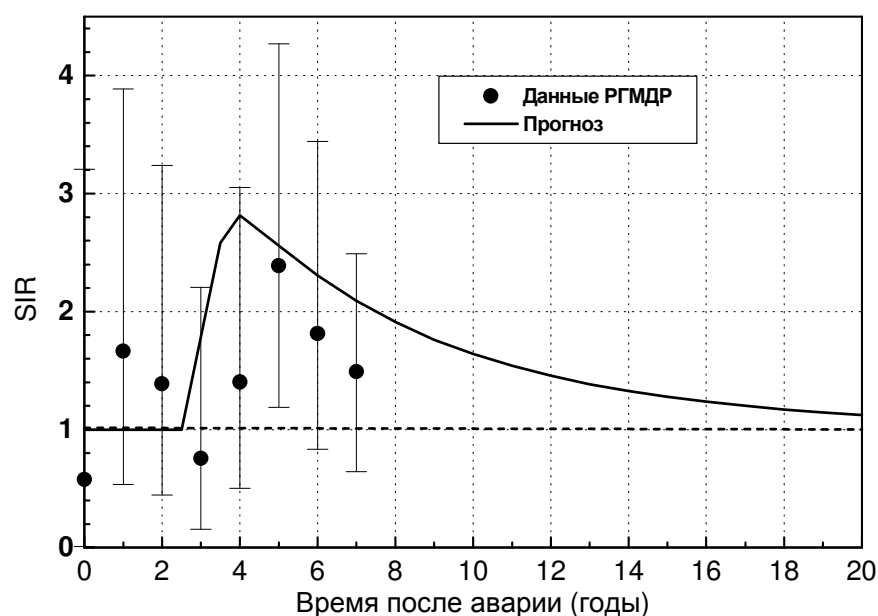


Рис. 1. Фактические данные и прогноз динамики SIR заболеваемости лейкозами в когорте ликвидаторов.

Заболеваемость раком щитовидной железы

На 01.01.1995 г. в системе РГМДР было зарегистрировано 47 случаев заболеваний раком щитовидной железы у ликвидаторов. Диагноз был выставлен спустя различное время после воздействия радиации: интервал между датой въезда в 30-км зону и сроком выявления заболевания колебался от 1 до 8 лет.

Данные о гистологическом строении опухолей: у 42,8% пациентов был диагностирован фолликулярный рак, у 33,3% - папиллярный; в 14,3% случаев опухоль была представлена различными вариантами карциномы. Полиморфный и медуллярный раки регистрировались в 4,8% случаев каждый. В таблице 8 представлены основные эпидемиологические данные о заболеваемости. 28 случаев заболеваний раком щитовидной железы выявлено у ликвидаторов 1986 г., 15 - у ликвидаторов 1987 г. и 4 - у ликвидаторов 1988-1990 гг.

В таблице 8 показаны значения стандартизованных отношений заболеваемости (SIR) за латентный для рака щитовидной железы период наблюдения 1986-1990 гг., а также за постлатентный период - 1991-1994 гг. Следует подчеркнуть, что в течение 1986-1990 гг. SIR не отличается значимо от 100% для всех групп ликвидаторов 1986, 1987, 1988-1990 гг. В то же время, в постлатентный период SIR строго превосходит 100% (за исключением ликвидаторов 1988-1990 гг.) и, следовательно, отражает повышенную по сравнению с контролем заболеваемость. В качестве контрольной группы бралось стандартизованное по возрасту мужское население России.

Как видно из таблицы 8, группами действительно высокого радиационного риска являются ликвидаторы 1986 г. (SIR=670%) и 1987 г. (SIR=590%). Среди ликвидаторов 1986 г. наиболее высокий риск (SIR=850%) наблюдается у тех, кто работал в 30-км зоне в апреле-июле.

Для проверки гипотезы о возможном дополнительном облучении ликвидаторов апреля-мая 1986 г. радионуклидами йода нами была проведена оценка накопленного SIR с разбивкой по месяцам (рис. 2). Как видно из этого рисунка, наиболее высокий риск заболеть раком щитовидной железы имеют ликвидаторы, принимавшие участие в работах в июне-июле 1986 г. Риск для апреля-мая и июля оказался приблизительно одинаковым. Поэтому на данном этапе исследований строгий вывод о влиянии радионуклидов йода сделать нельзя. С другой стороны, несмотря на то, что дозы внешнего облучения в апреле-декабре 1986 г. ос-

тавались приблизительно одинаковыми (см. табл. 8), риск возникновения рака щитовидной железы к концу 1986 г. (рис. 2) заметно уменьшился.

Перейдем к вопросу возможности прогнозирования заболеваемости раком щитовидной железы у ликвидаторов. На рисунке 3 показана наблюдаемая интенсивность заболеваний раком щитовидной железы у ликвидаторов в расчете на 100 тыс. человек и ожидаемая (радиогенные раки плюс спонтанные). Оценка вклада радиогенных раков сделана в рамках аддитивной модели радиационного риска [7]. При расчете спонтанной заболеваемости использованы статистические данные по Российской Федерации [8]. Как уже отмечалось выше, значительное расхождение между наблюдаемыми и ожидаемыми показателями прослеживается через 4-5 лет после катастрофы.

На рисунке 4 представлена динамика отношения SIR за 8 лет наблюдения для ликвидаторов 1986-1987 гг. Как видно из рисунка 4, значение SIR в период времени, соответствующий латентному периоду (4 года), практически постоянно и равно 220-260%. Если предположить, что в течение этого периода не происходит индукции радиогенных раков, то отличие наблюдаемого значения SIR от 100% отражает эффект скрининга ликвидаторов (эффект углубленной медицинской диспансеризации). На этом же рисунке приведена оценка ожидаемого вклада в SIR радиогенных раков, полученная в предположении, что доза в щитовидной железе обусловлена только внешним источником. Видно, что модель расчета и коэффициенты риска [7, 9] описывают лишь половину реального эффекта увеличения SIR после латентного периода. Если исключить внутреннее облучение щитовидной железы радионуклидами йода, то следует предположить либо несовершенство модели расчета, либо занижение дозы внешнего облучения. Возможна, конечно, и комбинация многих факторов, включающих и два последние.

На рисунке 5 показано стандартизованное отношение накопленной заболеваемости (SIR) отдельно для ликвидаторов 1986 г. и 1987 г. в зависимости от времени после облучения. Интересно отметить, что если для ликвидаторов 1986 г. SIR статистически значимо отличается от 100% через 4 года после катастрофы, то для ликвидаторов 1987 - через 5 лет. Это подтверждает наличие латентного периода в индукции радиогенных раков щитовидной железы. В обоих случаях (независимые выборки ликвидаторов 1986, 1987 гг.) он равен 4 годам.

Таблица 8

Основные медико-дозиметрические характеристики когорты ликвидаторов, использованные при анализе заболеваемости раком щитовидной железы

Дата работ	1986					1986	1987	1986-1987	1988-1990
	апрель-май	июнь	июль	август - сентябрь	октябрь - декабрь	апрель - декабрь	январь - декабрь	апр. 1986 - дек. 1987	январь - декабрь
Численность	19600	9800	11000	20200	17100	77700	58700	136400	31600
Средний возраст (лет)	32	32	34	34	35	33	33	33	34
Средняя доза (Гр)	0,16	0,19	0,16	0,17	0,17	0,17	0,10	0,14	0,04
Число случаев рака щитовидной железы	8	6	4	6	4	28	15	43	4
Ожидаемое число случаев рака щитовидной железы	1,32	0,74	0,82	1,60	1,31	5,80	3,64	9,44	1,71
SIR (латентный период) (95% ДИ)	371 (119; 865)			150 (16; 542)		260 (100; 540)	260 (80; 600)	260 (134; 452)	180 (80; 730)
SIR (постлатентный период) (95% ДИ)	844 (449; 1440)			508 (218; 1002)		670 (420; 1030)	590 (280; 1080)	645 (438; 915)	330 (40; 1180)

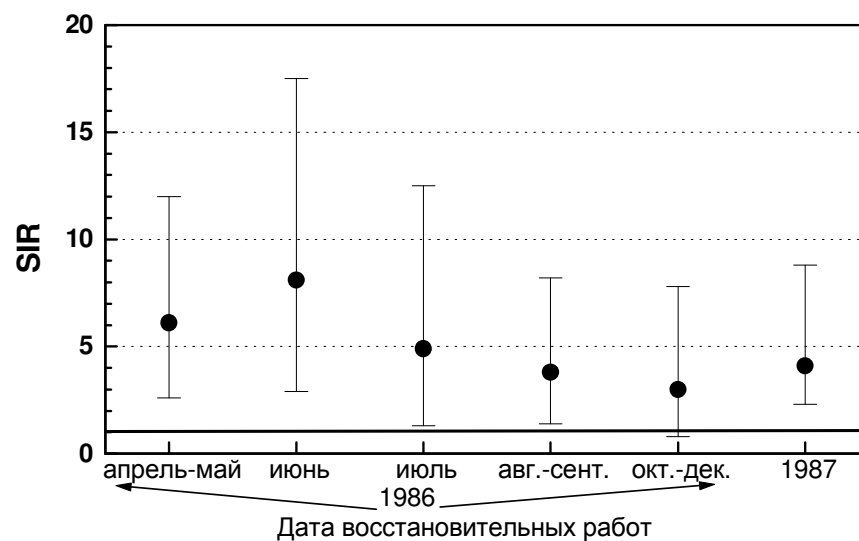


Рис. 2. SIR заболеваемости раком щитовидной железы среди ликвидаторов в зависимости от времени пребывания в зоне воздействия радиации.

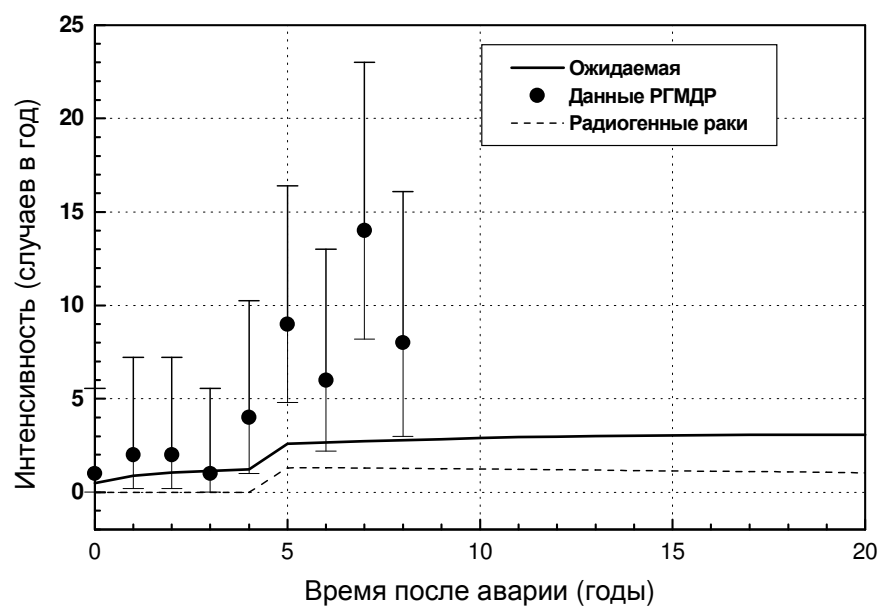


Рис. 3. Интенсивность заболеваний раком щитовидной железы среди ликвидаторов в зависимости от времени после аварии.

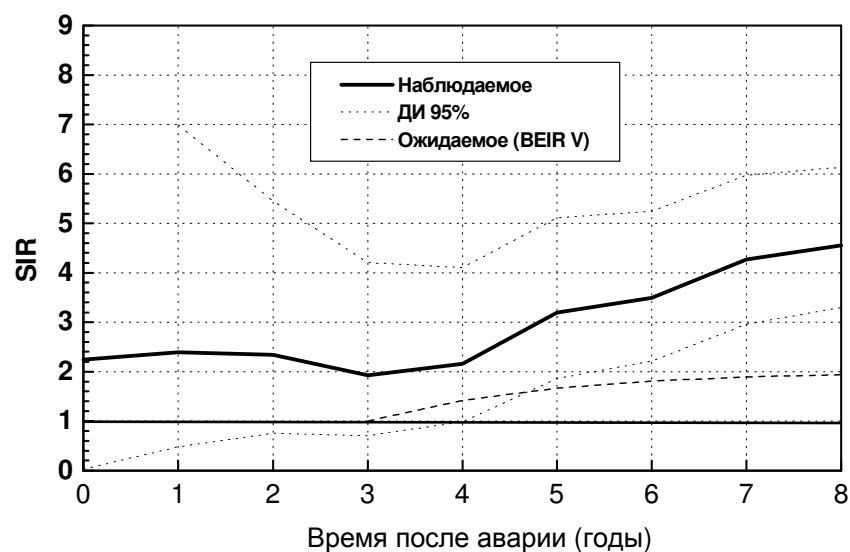


Рис. 4. Динамика SIR заболеваемости раком щитовидной железы среди ликвидаторов (время работ 1986-1987 гг.).

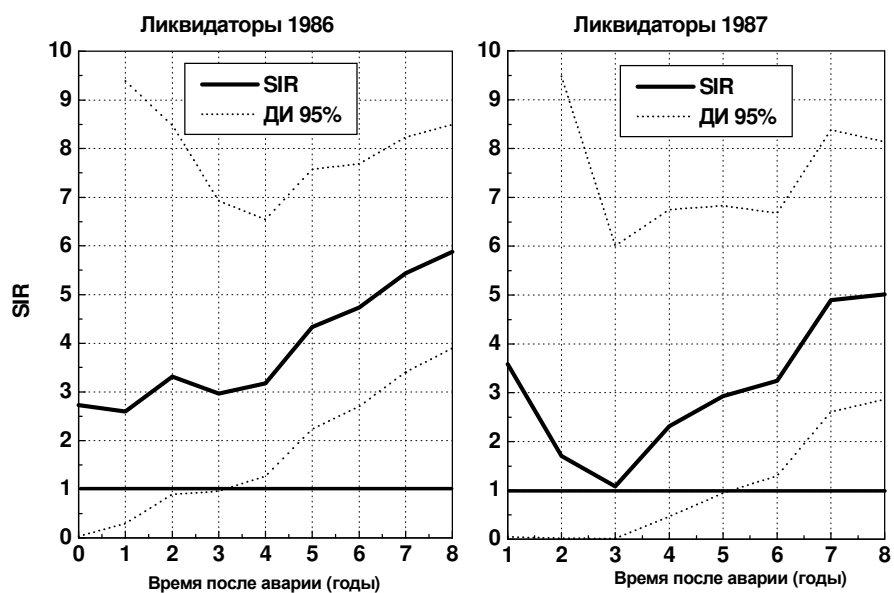


Рис. 5. Динамика SIR заболеваемости раком щитовидной железы среди ликвидаторов (время работ 1986 и 1987 г.).

Оценки радиационных рисков

Как отмечалось выше, основной целью настоящей работы является не только дескриптивный эпидемиологический анализ в терминах величины SIR, но и определение коэффициентов радиационного риска заболеваемости ликвидаторов лейкозами и раком щитовидной железы. При этом имеется в виду определение следующих коэффициентов: избыточный относительный риск на 1 Гр (ERR/Гр); избыточный относительный риск на 10^4 человеко-лет Гр ($EAR/10^4$ человеко-лет Гр); атрибутивный риск в % (AR%) на 1 Гр.

Для определения коэффициентов радиационного риска необходимо сделать предположение о том, что возрастание частоты лейкозов и раков щитовидной железы у ликвидаторов в постлатентный период обусловлено только воздействием дозового фактора. Вместе с тем, проведенные нами расчеты показывают, что статистически достоверные оценки дозовой зависимости (методом внутрикогортного эпидемиологического сравнения) могут быть получены лишь в течение предстоящих 10-15 лет наблюдения. Для этого необходимо иметь около $2 \cdot 10^6$ человеко-лет наблюдения за когортой (в настоящее время этот показатель около 10^6 человеко-лет).

В проведенном недавно крупномасштабном эпидемиологическом исследовании по определению радиационных рисков заболеваемости раком щитовидной железы у детей, подвергшихся внешнему облучению, были получены следующие значения: $ERR/Гр = 7,7$; $EAR/10^4$ человеко-лет Гр = 4,4; $AR = 88\%$ [10].

Вместе с тем, в научной литературе имеется очень ограниченное число работ, посвященных определению радиационных рисков в индукции рака щитовидной железы после облучения радионуклидами йода [11].

Поскольку лейкозы и рак щитовидной железы являются редкими заболеваниями, а период наблюдения за когортой ликвидаторов еще сравнительно невелик, в качестве (необлученной) группы при оценке радиационных рисков использовалась внешняя контрольная группа.

Для оценки избыточного абсолютного риска, нормированного на единицу дозы, использовано соотношение:

$$EAR = \frac{O - E \times \alpha}{PY \times D},$$

где:

O - наблюдаемое число случаев заболевания;

E - ожидаемое число случаев, полученное с использованием данных государственной медицинской статистики;

α - коэффициент, учитывающий эффект скрининга;

PY - количество человеко-лет наблюдения;

D - доза внешнего облучения [Гр].

Избыточный относительный риск на 1 Гр рассчитывался по формуле:

$$ERR = \frac{EAR \times PY}{E \times \alpha}.$$

Атрибутивный риск при дозе 1 Гр получен из соотношения:

$$AR = \frac{ERR}{1 + ERR} \cdot 100\%.$$

Доверительные интервалы рассчитаны с использованием метода линеаризации функции случайных величин.

Оценки коэффициентов радиационного риска получены нами для когорты ликвидаторов 1986-1987 гг. Это определяется тем, что латентные периоды в индукции лейкозов и раков щитовидной железы для указанной когорты уже завершились.

Важным моментом в определении коэффициентов радиационного риска в настоящем исследовании является введение параметра α , отражающего эффект углубленного скрининга ликвидаторов. Действительно, в соответствии с регламентирующими документами Министерства здравоохранения России, ликвидаторы должны проходить ежегодное медицинское обследование по углубленной программе. Это обстоятельство необходимо учитывать, поскольку в качестве контрольной группы сравнения используется мужское население России, стандартизованное по возрасту на когорту ликвидаторов.

Для заболеваемости лейкозами коэффициент $\alpha = 1$. Действительно, как видно из таблицы 7, в течение латентного периода (1986-1989 гг.) величина $SIR=113\%$ и статистически значимо не отличается от 100%.

Для заболеваемости раком щитовидной железы (таблица 8) $\alpha = 2,6$. Это определяется тем, что в течение латентного периода (1986-1990 гг.) $SIR=260\%$, статистически значимо отличается от 100% и отражает эффект углубленного скрининга.

Описанный эффект скрининга хорошо известен в научной литературе. В частности, для когорты лиц, переживших атомную бомбардировку (LSS), показано, что коэффициент углубленного скрининга равен: для женщин - 2,4; для мужчин - 3,5 [10].

В таблицах 9, 10 представлены оценки радиационных рисков для когорты ликвидаторов и их сравнение с опубликованными данными по другим когортам.

Как видно из этих таблиц, имеет место хорошее согласие полученных нами значений рисков и опубликованных ранее в научной литературе коэффициентов. Вместе с тем, дальнейшее эпидемиологическое наблюдение за когортой ликвида-

торов может позволить также получить зависимость радиационных рисков от основных параметров: дозы облучения, возраста при облучении, времени после облучения.

Таблица 9

Радиационный риск заболеваемости лейкозами среди ликвидаторов (период наблюдения 1986-1993 гг.)

Источник данных	EAR/10 ⁴ человеко-лет Гр (95% ДИ)	ERR/Гр	AR (на 1 Гр) %
Ликвидаторы	1,31 (0,23; 2,39)	4,30 (0,83; 7,75)	81
LSS когорты	2,38	7,8	88

Таблица 10

Радиационный риск заболеваемости раком щитовидной железы среди ликвидаторов (период наблюдения 1986-1994 гг.)

Источник данных	EAR/10 ⁴ человеко-лет Гр (95% ДИ)	ERR/Гр	AR (на 1 Гр) %
Ликвидаторы	1,15 (0,08; 2,22)	5,31 (0,04; 10,58)	84
BEIR V	1,25	5,8	85

Заключение

Полученные в настоящей работе результаты радиационно-эпидемиологических исследований по заболеваемости ликвидаторов чернобыльской катастрофы лейкозами и раком щитовидной железы представляются важными в двух основных аспектах.

Во-первых, они объективизируют медицинские последствия чернобыльской катастрофы. Действительно, в последние годы опубликованы по Чернобылю десятки и сотни работ, результаты которых крайне противоречивы, бездоказательны. В одних работах делается попытка глобального преувеличения последствий катастрофы, что иницирует дальнейшее развитие "чернобыльского синдрома". Другие работы, наоборот, тенденциозно минимизируют как прямые стохастические эффекты радиации, так и опосредованные, связанные с психоэмоциональной сферой воздействия чернобыльской аварии. Для объективной оценки необходимо ранжировать все факторы неблагоприятного воздействия и, прежде всего, оценить выход действительно радиационно-индуцированных заболеваний.

Второй важный вопрос - это использование опыта Чернобыля для определения коэффициентов радиационного риска, связанных с оценкой медицинских последствий катастрофы. При этом важно подчеркнуть, что имеется уникальная возможность эпидемиологического анализа первых 10 лет после катастрофы. В результате многолетних наблюдений за японской когортой переживших атомную бомбардировку накоплен эпидемиологический материал объемом несколько миллионов человеко-лет. Современные модели и коэффици-

циенты радиационного риска в значительной степени базируются на этих исследованиях. В то же время объемы эпидемиологических данных после Чернобыля уже сейчас (через 10 лет после катастрофы) сопоставимы с японскими. Поэтому на первый план выходят вопросы корректировки существующих моделей и коэффициентов и создания новых на основе эпидемиологии чернобыльской катастрофы. Это особенно важно с учетом диапазона малых доз облучения (до 0,5 Зв) и сложностей в получении достоверных коэффициентов риска для этого диапазона доз облучения. Решению, в какой-то степени, этой задачи была посвящена настоящая работа, результаты которой носят лишь предварительный характер и могут корректироваться на основе поступающей в РГМДР информации.

Работы по ведению Российского государственного медико-дозиметрического регистра поддерживаются грантом Правительства России в рамках федеральной программы по защите населения от воздействия последствий чернобыльской катастрофы. Мы благодарны региональным центрам РГМДР за сбор первичных медико-дозиметрических данных.

Авторы искренне признательны Prof. A.Kellerer, Drs. E.Cardis, D.Preston, K.Mabuchi за обсуждение различных эпидемиологических проблем по когорте ликвидаторов.

Литература

1. **Ivanov V.K., Tsyb A.F.** Chernobyl radiation risks: assessments of morbidity, mortality and disability rates according to the data of the National Radiation and Epidemiological Registry //Radiation and Human Health:

- Nagasaki symposium. - Amsterdam: Elsevier, 1996. - P. 31-48.
2. **Ivanov V.K., Tsyb A.F., Rastopchin Eu.M., Maksyutov M.A., Gorsky A.I., Biryukov A.P., Chekin S.Yu., Konogorov A.P.** Planning of long-term radiation and epidemiological research on the basis of the Russian National Medical Dosimetric Registry//Nagasaki symposium on Chernobyl update and future. - Amsterdam: Elsevier, 1994. - P. 203-216.
3. **Ivanov V.K., Tsyb A.F., Maksyutov M.A., Rastopchin Eu.M., Gorsky A.I., Konogorov A.P., Chekin S.Yu., Pitkevich V.A., Mould R.F.** Cancer morbidity and mortality among Chernobyl accident emergency workers residing in the Russian Federation//Current Oncology. - 1995. - N 2. - P. 102-112.
4. **Ivanov V.K., Tsyb A.F., Maksyutov M.A., Pitkevich V.A., Gorsky A.I., Rastopchin Eu.M., Korelo A.M., Chekin S.Yu., Konogorov A.P., Nilova E.V.** Radiation epidemiological analysis of the data of the National Chernobyl Registry of Russia: prognostication and facts nine years after the accident//Radiation Protection Dosimetry. - 1994. - N 64. - P. 121-128.
5. **Cardis E., Anspaugh L., Ivanov V.K., Likhtariev I., Mabuchi K., Okeanov A.E., Prisyazhniuk A.** Estimated long term health effects of the Chernobyl accident//One decade after Chernobyl: summing up the consequences of the accident: International Conference. Background paper, session 3. - Vienna, 1996.
6. **Preston D.L., Kusumi S., Tomonaga M., Izumi S., Ron E., Kuramoto A., Kamada N., Dohy H., Matsui T., Nonaka H., Thompson D.E., Soda M., Mabuchi K.** Cancer incidence in atomic bomb survivors. Part III: leukemia, lymphoma and multiple myeloma, 1950-1987//Radiat. Res. - 1994. - N 137. - P. 68-97.
7. Health effects on populations of exposure to low levels of ionizing radiation. BEIR V Reports. - Washington: US National Academy of sciences, 1990.
8. Злокачественные новообразования в Российской Федерации в 1993 г. Сборник статистических материалов. Под ред. акад. РАМН проф. В.И.Чиссова, проф. В.В.Старинского, канд. мед. наук. Л.В.Ременник. Часть I. Москва, 1995.
9. ICRP (International Commission on Radiological Protection). Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Report 60, Pergamon Press, Oxford, 1990.
10. **Ron E., Lubin J.H., Shore R.E., Mabuchi K., Modan B., Pottern L.M., Schneider A.B., Tucker M.A., Boice J.D.** Thyroid cancer after exposure to external radiation: a pooled analysis of seven studies//Radiat. Res. - 1995. - N 141. - P. 259-277.
11. **Shore R.E.** Human thyroid cancer induction by ionizing radiation: summary of studies based on external irradiation and radioactive iodines//The radiological consequences of the Chernobyl accident: Proceedings of the first international conference, Minsk, Belarus, 1996. - P. 669-675.