

А.Р. Туков, А.П. Бирюков, И.Л. Шафранский, А.А. Фомин
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РИСКА ПРИ РАДИАЦИОННО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ ЛИЦ, ПРИНИМАВШИХ УЧАСТИЕ В ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧАЭС, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОБЛУЧЕНИЯ

A.R. Tukov, A.P. Birukov, I.L. Shafransky, A.A. Fomin
Comparative Risk Analysis of Radiation-Epidemiological Studies of Liquidators of the Chernobyl Disaster Exposed to Different Types of Radiation

РЕФЕРАТ

Цель: Оценка риска заболевания злокачественными новообразованиями от доз различных видов воздействия ионизирующего излучения на человека.

Материал и методы: Исследование проведено с использованием информационной базы данных работников АЭС, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Для расчёта риска использованы дозы профессионального облучения и дозы, полученные при работе в 30-км зоне ЧАЭС.

Результаты: Показано, что воздействие доз различных видов ионизирующего излучения на человека приводит к получению различных уровней риска заболевания злокачественными новообразованиями.

Заключение: Только использование суммарной дозы от различных видов ионизирующего излучения может привести к получению корректных результатов оценки риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний.

Ключевые слова: *риск рака, дозы различных видов облучения, суммарная доза*

ABSTRACT

Material and methods: The study carried out with the use of the information on NPP workers participated in recovery operations at the Chernobyl NPP. For risk calculation, the dose of professional exposure and the dose received during operations in 30 km zone were used.

Results: It is shown that the influence on humans of different types of radiation results in different risk levels malignancies.

Conclusion: For correct cancer risk estimation, the total radiation dose should be used.

Key words: *cancer risk, doses of different types of radiation, the total dose*

Введение

Основными регистрами длительного наблюдения за большими когортами лиц, подвергшихся острому облучению, являются японский (Пожизненного наблюдения за жертвами атомных бомбардировок в Хиросиме и Нагасаки) и чернобыльский (Российский государственный медико-дозиметрический регистр – РГМДР). Сейчас уже можно делать определенные выводы из результатов оценок риска возникновения злокачественных новообразований (ЗНО) солидными формами, а также лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей среди контингента японского регистра и во многом уже и по данным чернобыльского регистра [1–3]. Вывод этот сводится к тому, что в диапазоне примерно до 200 мЗв имеется область неопределенной зависимости «доза – канцерогенный риск». Существует достаточное число мнений, так или иначе трактующих этот феномен. Не случайно поэтому, что наряду с линейно-квадратичной моделью для аналитического описания дозовой

кривой рисков заболеваемости или смертности от лейкозов в японской когорте была предложена пороговая модель, которая дала аппроксимацию более высокого качества для полученных оценок риска в области малых доз [4]. Однако зачастую подобный факт может быть обусловлен тщательностью выполнения предварительного сбора данных. В этой связи наибольший интерес представляют данные по ликвидаторам последствий аварии на ЧАЭС, поскольку некоторые из этих ликвидаторов в прошлом были работниками предприятий атомной промышленности и, помимо чернобыльской дозы, имеют ещё и дозы профессионального облучения ионизирующей радиацией. Очевидно, что оценка риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний у лиц, не только подвергшихся аварийному радиационному воздействию (авария на ЧАЭС и другие радиационные инциденты), но и имеющих (имевших) контакт с радиоактивными веществами (РВ) или работающими (работавшими) с источниками ионизирующих излу-

чений (ИИИ), должна базироваться на суммарной дозе от всех видов источников излучения [5].

В практике установления межведомственными экспертными советами причинной связи заболеваний, инвалидности и смерти граждан, подвергшихся радиационному воздействию, одним из наиболее важных источников информации являются сведения о дозовой нагрузке, так как негативные изменения в организме человека после облучения зависят от того, какая суммарная доза была получена освидетельствуемым пациентом. Поэтому изучение формирования доз ионизирующего излучения при различных сценариях облучения, условий их сбора, а также совершенствование методик оценки риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний представляет собой важную задачу. Наиболее актуальным является изучение влияния всех видов источников ионизирующего излучения на человека и их суммарной (накопленной) эффективной дозы облучения конкретного лица при проведении радиационно-эпидемиологического анализа.

Так как абсолютное большинство современных медико-дозиметрических регистров не обладает (или не пользуется) полной информацией о суммарном дозовом воздействии, отсутствует возможность проведения корректных исследований по оценке риска возникновения радиационно-индуцированных заболеваний при малых дозах облучения и, соответственно, возникает опасность искажения данных для разработки мероприятий по радиационной безопасности.

В связи с этим нами была предпринята попытка сбора данных о дозах профессионального облучения работников предприятий и организаций Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» (ГК «Росатом»), принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, и оценки риска заболевания солидными раками этого контингента лиц с учётом доз, полученных не только при работе в 30-км зоне, но и с учётом дозы, полученной при профессиональной деятельности.

Материал и методы

В исследовании были использованы персональные значения двух основных для данной выборки видов источников излучения:

- дозы внешнего облучения, полученные ликвидаторами последствий аварии на ЧАЭС при работе в 30-км зоне;
- дозы профессионального облучения работников основного производства лиц, состоящих (состоявших) на индивидуальном дозиметрическом контроле (ИДК), участвовавших в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС.

Дозы профессионального облучения были представлены ОАО «Концерн Росэнергоатом» при участии ФМБА России. В разработку включены данные о дозах профессионального облучения работников Балаковской, Белоярской, Билибинской, Калининской, Кольской, Курской, Ленинградской, Нововоронежской, Ростовской и Смоленской АЭС. Кроме того, были собраны данные о дозах профессионального облучения работников других предприятий и организаций ГК «Росатом», на которых работают (работали) ликвидаторы последствий аварии на ЧАЭС.

Дозы профессионального облучения были представлены по годам работы с РВ и ИИИ от начала работы на предприятиях и организациях ГК «Росатом» по 2011 г. Рассчитаны кумулятивные дозы, которые были привязаны к участникам ликвидации аварии, включённых в Отраслевой регистр. Для работы была сформирована база данных с дозами облучения и заболеваниями солидными раками.

Всего в работу включена информация о 12689 мужчинах-ликвидаторах последствий аварии на ЧАЭС, имеющих данные о дозах, полученных во время работы в 30-км зоне. Дозу профессионального облучения удалось установить у 1333 человек (10,5 %).

Данные о дозах внешнего облучения ликвидаторов различных годов пребывания в 30-км зоне представлены в табл. 1.

Таблица 1

Обеспеченность ликвидаторов последствий аварии данными о дозах внешнего облучения, полученных при работе в 30-км зоне

Годы въезда	Кол-во ликвидаторов	Из них есть доза		Среднее значение, мЗв
		число лиц	%	
1986–1990	20678	13420	64	
1986	12122	7537	62	68,5
1987	5530	3748	67	29
1988	1950	1426	73	23,7
1989	834	605	72	14,4
1990	242	104	64	12,7

Средний возраст в 2013 г. составил у мужчин – $61,5 \pm 0,1$ года.

В табл. 2 представлены некоторые характеристики обобщённой базы данных по пяти дозовым группам. Группы формировались из расчёта примерно равного количества лиц и с учётом полученных доз облучения.

На рис. 1–3 представлена структура дозовых нагрузок внешнего облучения работников предприятий и организаций, участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

Таблица 2

**Характеристика базы данных ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС
(дозы ЧАЭС, профессиональные дозы)**

Дозовая группа (ЧАЭС)	Число ликвидаторов	Средняя доза, мЗв	Дозовая группа (проф)	Число ликвидаторов	Средняя доза, мЗв
0,1–4,9	2929	2,23	0,1–5,9	2983	2,60
5,0–12,9	2270	7,96	6,0–16,7	2248	10,33
13,0–35,1	2497	21,73	17,0–48,8	2478	30,45
36,0–98,8	2509	62,25	49,0–120,5	2485	80,39
99,0–1478,5	2493	180,42	121–1985,6	2504	229,07

Удельный вес доз до 10 мЗв составляет 52 % в структуре доз внешнего облучения, полученных ликвидаторами последствий аварии на ЧАЭС, и 11 % – дозы свыше 50 мЗв.

В структуре доз внешнего облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, полученных в условиях профессиональной деятельности, дозы до 100 мЗв составили 54 %, дозы 500 мЗв и выше – 5 %.

В структуре суммарных доз, полученных ликвидаторами последствий аварии на ЧАЭС при работе в 30-км зоне и в процессе профессиональной деятельности, 48 % составляют дозы до 100 мЗв, 6 % ликвидаторов имеют дозы, превышающие 500 мЗв.

В табл. 3 представлена информация о средних, минимальных и максимальных дозах внешнего облучения, полученных ими в различных местах работы.

Дозы внешнего облучения, полученные ликвидаторами последствий аварии на ЧАЭС при работе в 30-км зоне, составили 15,5 % от доз, полученных этими же лицами в процессе своей профессиональной деятельности.

Можно было бы предположить, что работники ГК «Росатом» с большей дозой профессионального облучения получают большие дозы и при работе по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Однако такая связь не подтвердилась, коэффициент корреляции между рядами этих доз равен 0,076.

У ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников ГК «Росатом», за период наблюдения было выявлено 805 солидных злокачественных новообразований.

В структуре злокачественных новообразований у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС преобладают рак бронхов и лёгкого – 20,3 % и рак желудка – 14,9 %. В исследование включены только солидные раки.

Возрастная структура когорты на начало работы с РВ и ИИИ приведена на рис. 4. Основную часть когорты составляет персонал в возрасте 20–29 лет – 57 %.

Основной возраст на начало работы с РВ и ИИИ составил 20–39 лет – 85 % работников АЭС.

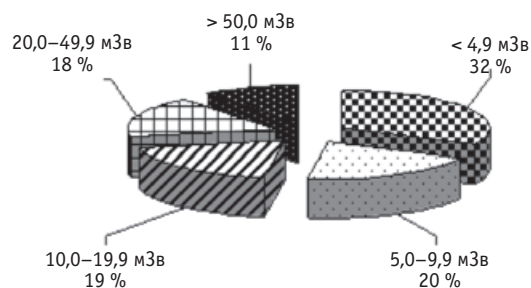


Рис. 1. Структура доз внешнего облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, полученных при работе в 30-км зоне (мужчины)

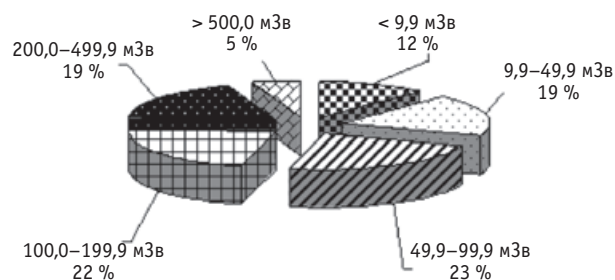


Рис. 2. Структура доз внешнего профессионального облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС (мужчины)

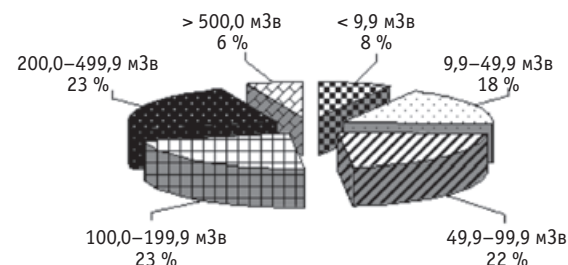


Рис. 3. Структура суммарных доз внешнего облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, полученных при профессиональной работе и работе в 30-км зоне (мужчины)

Таблица 3

**Распределение доз облучения в зависимости
от места работы**

Место получения дозы	Средняя доза, мЗв	Минимальная доза, мЗв	Максимальная доза, мЗв
ЧАЭС	23,0	0,1	1478,5
АЭС РФ	147,97	0,1	1985,6
Сумма доз	171,3	0,2	1580,0

Еще раз следует отметить, что основным отличием данного исследования от подобных исследований других авторов и предыдущих исследований данной группы заключается в том, что оно было проведено с использованием доз, полученных как при ликвидации аварии на ЧАЭС, так и с учетом доз, полученных во время профессиональной деятельности.

Для оценок риска по группированным данным, объединенным в возрастные, дозовые и другие группы, использован пакет прикладных статистических программ EPICURE (модуль AMFIT), широко применяемым в современной радиационно-эпидемиологической практике.

Для расчетов по программе AMFIT необходимо представление группированных данных в виде специальной таблицы и написание специального командного файла (скрипта), содержащего выполняемые команды.

Отсутствие в настоящее время агрегированных дозиметрических данных по медицинскому облучению персонала предприятий атомной промышленности России не позволяет провести такие исследования с хорошей статистической достоверностью. Тем не менее, представляется полезным проведение таких исследований и в рамках отдельного анализа заболеваемости персонала предприятий атомной промышленности только с учетом данных по профессиональному или аварийному облучению и их сумме. Несмотря на ограничения таких исследований, они позволят приближенно оценить эффект облучения и возможность применения моделей НКДАР ООН.

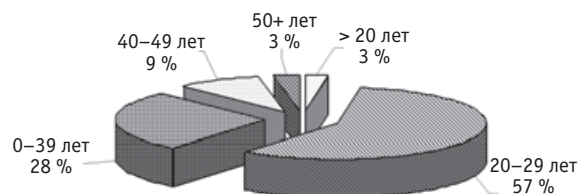


Рис. 4. Распределение ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, состоящих на ИДК, по возрастным группам на начало работы с РВ и ИИИ

Результаты и обсуждение

Исследуемая когорта была сформирована по следующим критериям.

Для случаев заболеваний, если человек продолжал работать после заболевания, год окончания наблюдения приравнивался к году диагноза заболевания. Для лиц, не заболевших злокачественными новообразованиями, окончанием наблюдения был 2012 год или дата снятия с учёта (смерти).

Для расчетов риска возникновения радиационно-индуцированных солидных раков у ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС по программе AMFIT данные были разделены на 5 дозовых групп соответственно для доз, полученных в результате ликвидации аварии на ЧАЭС и по суммарной дозе (табл. 4, 5).

Отмечается рост риска заболеваемости злокачественными новообразованиями ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС (точечные риски) по группам возрастающих доз внешнего облучения (для случая суммарных доз).

Результаты оценки радиационных рисков с использованием программы AMFIT для различных дозовых нагрузок приведены в табл. 6. Наблюдается положительный тренд зависимости заболеваемости от дозы облучения, и этот тренд статистически значим.

Таким образом, имеет место значительное различие в значении добавленного относительного риска на единицу дозы при использовании только данных по дозам, полученным в результате ликвидации аварии на ЧАЭС и при суммарных дозах (в 8,6 раза).

Таблица 4

**Значения стратифицированных показателей ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС,
мужчин – работников предприятий и организаций ГК «Росатом»,
суммарные дозы (ЧАЭС + профессиональные), относительный риск**

Дозовая группа	Доза (минимум – максимум, мЗв)	Средняя доза, мЗв	Число ликвидаторов, мужчины	Средний возраст на начало работы с РВ и ИИИ	Чел-лет наблюдения	Число больных ЗНО	Относительный риск
1	0,1–5,9	2,60	2983	36,5	158915	173	1,0
2	6,0–16,7	10,33	2248	36,1	118048	125	0,86
3	17,0–48,8	30,45	2478	35,4	130610	169	1,06
4	49,0–120,5	80,39	2485	35,6	131358	147	0,92
5	121–1985,5	229,07	2504	35,7	136016	191	1,15

Таблица 5

Стратифицированные показатели ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, мужчин – работников предприятий и организаций ГК «Росатом» (дозы ЧАЭС), относительный риск

Дозовая группа	Доза (минимум–максимум, мЗв)	Средняя доза, мЗв	Число ликвидаторов, мужчины	Средний возраст на начало работы с РВ и ИИИ	Чел.-лет наблюдения	Число больных ЗНО	Относительный риск
1	0,1–4,9	2,23	2929	36,4	27246	170	1,0
2	5,0–12,9	7,96	2270	35,7	10003	142	0,98
3	13,0–35,1	21,73	2497	35,9	5323	172	1,07
4	36,0–98,8	62,25	2509	35,6	5306	160	1,01
5	99,0–1478,5	180,42	2493	35,5	6614	165	1,01

Такая разница в величине риска заставляет задуматься о правомерности использования этих данных при оценке влияния дозы внешнего облучения на заболеваемость злокачественными новообразованиями без учета влияния других источников радиации. Вместе с тем, использование суммарных доз внешнего облучения, как профессиональных, так и «чернобыльских»,

Таблица 6

Оценка радиационных рисков с использованием программы AMFIT для различных дозовых нагрузок

Дозы	ERR на 1 Зв	Ошибка показателя	Нижний уровень	Верхний уровень
ЧАЭС + проф	1,127	0,5079	0,1311	2,122
ЧАЭС	0,1310	0,5406	–0,9286	1,190

Таблица 7

Сопоставление профессиональных дозовых нагрузок и доз ОРЧ

Доза ОРЧ, мЗв	Индивидуальные проф. дозы, мЗв	Общая доза, мЗв
5,7	789,9	795,6
5	575,1	580,1
5	502,1	507,1
5	395,0	400,0
5,5	329,6	335,1
5	296,1	301,1
5	248,6	253,6
5	216,8	221,8
5	202,18	207,18
5	200,0	205,0
5	195,4	200,4
5	189,7	194,7
5	169,9	174,9
5	166,7	171,7
5,8	166,08	171,88
5,8	157,71	163,51
5	148,94	153,94
5	148,17	153,17
5,1	146,87	151,97
5	146,5	151,5
5	145,7	150,7
5	142,8	147,8
5	141,5	146,5
5,1	129,6	134,7
5	115,0	120,0
5	108,71	113,71
5	100,94	105,94
5,9	99,2	105,1
5	98,78	103,78
5,7	97,3	103,0
5	96,2	101,2

Продолжение таблицы 7

Доза ОРЧ, мЗв	Индивидуальные проф. дозы, мЗв	Общая доза, мЗв
5	92,87	97,87
5,7	91,4	97,1
5	82,31	87,31
5	81,8	86,8
5,5	78,0	83,5
5	75,35	80,35
5	71,48	76,48
5	56,35	61,35
5	53,6	58,6
5	53,18	58,18
5	52,6	57,6
5	49,5	54,5
5	46,14	51,14
5,2	43,92	49,12
5	43,8	48,8
5	42,49	47,49
5	42,1	47,1
5	38,5	43,5
5	37,8	42,8
5	37,41	42,41
5	36,8	41,8
5	34,1	39,1
5	32,53	37,53
5	31,3	36,3
5,5	29,3	34,8
5	20,17	25,17
5	6,46	11,46
5	5,64	10,64
5	1,4	6,4
5,5	0,37	5,87
5	0,1	5,1

дает несколько завышенные оценки значения риска на 1 Зв. Однако, как и по данным японской когорты, в настоящем исследовании имеет место довольно устойчивый рост риска заболевания с ростом дозы внешнего облучения.

Отметим, что полученные нами результаты только условно согласуются с оценками крупномасштабного исследования [6], проведенного среди рабочих атомной промышленности в 15 индустриально развитых странах (исключая Россию).

Основной проблемой использования только части суммарной дозы облучения для оценки риска возникновения дозово-индуцированных заболеваний – это нарушение этапа группировки данных. Эта ошибка продемонстрирована на примере табл. 7 и 8, в которых отражены в сопоставлении дозовые нагрузки как по результатам работы в ликвидации аварии на ЧАЭС, так и дозы профессионального облучения.

В табл. 7 из Отраслевого регистра лиц, подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ОРЧ), выделены 62 работника, имеющие дозы внешнего облучения 5 мЗв, полученные при работе в 30-км зоне ЧАЭС, и находящиеся в контрольной группе монодозного исследования. Вместе с тем, при использовании суммы дозовых нагрузок (при ликвидации аварии на ЧАЭС и дозы профессионального облучения) 60 из 62 ликвидаторов нельзя включать в контрольную группу.

Таблица 8

Сопоставление дозовых нагрузок по ОРЧ и профессиональных доз

Доза ОРЧ, мЗв	Индивидуальные проф. дозы, мЗв	Общая доза, мЗв
4,0	5,0	9,0
1,0	5,0	6,0
20,0	5,1	25,1
3,0	5,3	8,3
2,0	5,37	7,37
318,0	5,4	323,4
1,5	5,69	7,19
2,0	5,79	7,79
1,0	5,9	6,9

В табл. 8 мы видим ту же ситуацию с группой работников, имеющих профессиональную дозу 5 мЗв. Присоединение к ней дозы внешнего облучения, полученной ими при ликвидации аварии на ЧАЭС, включает их всех из контрольной группы.

На примере представленных данных можно видеть значительную некоррелированность тех и других дозовых нагрузок.

Кроме того, дозы от природных источников излучения также могут быть причиной возникновения радиационно-индуцированных заболеваний. В табл.

9 представлены дозы природного облучения по некоторым территориям, обслуживаемым учреждениями здравоохранения ФМБА России [7]. Третья графа сформирована из расчёта проживания на территории в течение 50 лет, учитывая при этом, что средний возраст заболевания ЗНО в России составляет, по популяции в целом, около 60 лет.

Таблица 9

Результаты обработки форм государственного статистического наблюдения, природное облучение № 4 – ДОЗ-ЕСКИД (2010 г.)

Наименование населённого пункта	Средняя индивидуальная доза, мЗв/год	Средняя индивидуальная доза за 50 лет, мЗв
ЗАТО г. Снежинск	5,9	295
г. Обнинск	4,271	213,55
ЗАТО г. Озерск	4,155	207,75
г. Протвино Московской обл.	2,27	113,5
г. Нововоронеж	2,178	108,9
г. Димитровград	1,972	98,6
ЗАТО г. Снежногорск	0,918	45,9
г. Десногорск	0,715	35,75
п. Вольгинский Владимирской обл.	0,57	28,5

Мы видим большое различие в уровнях природного облучения населения территорий, что не позволяет ликвидаторам последствий аварии на ЧАЭС из этих территорий находиться в одной дозовой группе по дозам внешнего облучения, полученными ими при работе в 30 км зоне ЧАЭС. При этом также необходимо принимать во внимание, что в таблице приведены средние дозы, и для индивидуумов она может значительно различаться.

В НРБ-99 даются рекомендации: «Суммарная доза от всех видов облучения используется для оценки радиационной обстановки и ожидаемых медицинских последствий...», однако в НРБ-99/2009 эти рекомендации отсутствуют.

Таким образом, результаты проведенного исследования на более полном материале ещё раз подтвердили выводы предыдущей работы [8], что использование только отдельных компонент дозовой нагрузки человека приводит к получению некорректных результатов в оценке риска возникновения радиационно-индуцированных злокачественных новообразований.

Перспективой дальнейшего исследования на следующем этапе работы следует считать:

1. Продолжение сбора данных о профессиональных дозах облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников всех предприятий и учреждений Росатома, для увеличения статистической мощности исследования.

2. Организацию сбора данных о дозах медицинского и природного облучения ликвидаторов послед-

ствий аварии на ЧАЭС, работников всех предприятий и учреждений ГК «Росатом».

Также необходимо отметить, что в связи с уникальностью Отраслевого регистра сотрудников ГК «Росатом», подвергшихся воздействию радиации в результате аварии на Чернобыльской АЭС, необходимо продолжение работ по его совершенствованию в плане сбора информации для корректного проведения исследований и использования его в дальнейшем для проведения исследований по оценке качества различных ведомственных медико-социальных программ.

Заключение

Основным источником получения надежных данных о последствиях облучения людей при низких дозах является детальное исследование долгосрочных последствий для здоровья. Для формирования научного базиса оценки последствий облучения, связанного с чернобыльской аварией, требуется тщательное изучение радиационной аварии на ЧАЭС как с фундаментальных, так и с практических позиций. Одной из важных составляющих радиационно-эпидемиологического анализа и разработки программ профилактических мероприятий являются данные о дозовых нагрузках населения от различных источников ионизирующего излучения, которые вместе с данными о состоянии здоровья служат базой для оценки риска неблагоприятных последствий. Таким образом, важное практическое значение имеют следующие аспекты.

1. Недооценка (недоучет) вкладов в индивидуальную дозу облучения от различных источников ионизирующего излучения приводит к искусственному завышению реальных рисков радиационного воздействия и прогнозированию ожидаемых канцерогенных и иных патогенных эффектов при неоправданно низких значениях дозы, когда вся полнота эффекта соотносится не со всей реально полученной дозой нагрузкой, а только с её частью, иногда весьма незначительной.

2. Получены различающиеся значения рисков возникновения радиационно-индуцированных заболеваний у лиц, принимавших участие в ликвидации аварии на ЧАЭС, при использовании различных компонент общей дозы облучения (в 8,6 раза).

3. Отмечен положительный тренд зависимости заболеваемости солидными злокачественными ново-

образованиями от дозы облучения ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, работников предприятий и организаций ГК «Росатом», принимавших участие в ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, как при использовании доз внешнего облучения, полученных при работе в 30-км зоне ЧАЭС, так и при суммарной дозе (ЧАЭС + профессиональные).

4. Полученный результат ещё раз подчеркивает актуальность и необходимость создания единого медико-дозиметрического регистра работников предприятий и организаций ГК «Росатом» с информацией о всех видах воздействия ионизирующего излучения на человека, обозначенных в директивных документах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. *Pierce D.A., Shimizu Y., Preston D.L. et al. // Radiat. Res., 1996. 146. P. 1–27*
2. *Pierce D. and Preston D.L. // Radiat. Res., 2000, 154. P. 178–186.*
3. *Иванов В.К., Цыб А.Ф., Иванов С.И. и соавт. Ликвидаторы Чернобыльской катастрофы: радиационно-эпидемиологический анализ медицинских последствий. — М.: Галанис, 1999, 312 с.*
4. *Little M.P., Muirhead C.R. // Int. J. Radiat. Bio, 1996, 70, P. 83–94.*
5. *Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы. — М.: Минздрав России, 1999, 116 с.*
6. *Cardis E., Vrijheid M., Blettner M. et al. // BMJ., 2005, 89, P. 1–7.*
7. *Отчёт о прикладной научно-исследовательской работе Обеспечение функционирования «Федерального банка данных индивидуальных доз облучения персонала организаций и населения на территориях, обслуживаемых учреждениями Федерального медико-биологического агентства». Под науч. рук. А.Г. Цовьянова. — М., ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2011, Ц-288, 188 с.*
8. *Туков А.Р., Бирюков А.П., Шафранский И.Л. Использование данных о дозах различного вида облучения в радиационной эпидемиологии. // Мед. радиол. и радиац. безопасность, 2014, 59, № 1, С. 43–49.*

Поступила: 12.10.2015

Принята к публикации: 28.10.2015