

В.И. Легеза, С.Г. Григорьев, Г.Г. Загородников, В.М. Резник, Н.В. Аксенова**ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА ДЛЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ
ВОЕННОСЛУЖАЩИХ – ЛИКВИДАТОРОВ ПОСЛЕДСТВИЙ
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ В 1986 ГОДУ**

Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6)

Актуальность. Реалии последних лет (в их числе и специальная военная операция на Украине) свидетельствуют резко о возросшей вероятности угрозы ядерного терроризма. В этой связи актуальным представляется анализ опыта ликвидации медицинских последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) в 1986 г. – крупнейшей в истории техногенной радиационной катастрофы.

Цель – анализ влияния факторов риска на продолжительность жизни ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС.

Методология. Проведен анализ первичных учетных документов, находящихся во Всеармейском медицинском регистре Минобороны России и содержащих информацию о 158 ликвидаторах последствий аварии, работавших на ЧАЭС в 1986 г. Изучена информация о связи продолжительности их жизни с поглощенной дозой внешнего γ -, β -излучения, возрастом на момент заезда на станцию, продолжительностью командировки, фазой аварии, характером профессиональной деятельности.

Результаты и их анализ. Установлено отсутствие устойчивой связи между величиной поглощенной дозы внешнего γ -, β -излучения и продолжительностью жизни ликвидаторов. Основными факторами, влияющими на продолжительность жизни ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в 1986 г., являются: возраст на момент заезда (менее 40 лет), продолжительность работы на станции (более 50 сут), пребывание на станции в «острой» фазе аварии, участие в выполнении работ «высокого риска». Величина поглощенной дозы внешнего γ -, β -излучения не имеет существенной роли в качестве фактора риска продолжительности жизни ликвидаторов аварии.

Заключение. Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод, что длительность пребывания в радиационно-опасной зоне и возраст ликвидаторов на момент заезда следует отнести к факторам высокого риска, влияющим на продолжительность жизни участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. В то же время, ни один из изученных предикторных факторов не оказал существенного влияния на 25-летнее дожитие ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, радиационная авария, катастрофа, радиобиология, Чернобыльская атомная электростанция, военнослужащие-ликвидаторы, продолжительность жизни, факторы риска.

Введение

Минуло почти 40 лет со дня крупнейшей техногенной радиационной катастрофы в истории – аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) в 1986 г. Все эти годы казалось, что вероятность повторных подобного рода инцидентов близка к нулю, однако, события последнего времени – угроза ядерного

терроризма и специальная военная операция на Украине показали, что проблема остается достаточно актуальной. Угроза преднамеренного разрушения объектов ядерной энергетики, прежде всего, Запорожской атомной электростанции и станций Северо-Западного региона России, свидетельствует о необходимости заново осмыслить трагический опыт

✉ Легеза Владимир Иванович – д-р мед. наук проф., засл. деят. науки России, ст. науч. сотр. науч.-исслед. лаб. Науч.-исслед. центра, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0002-1086-8247, e-mail: svetlana.agni-star@yandex.ru;

Григорьев Степан Григорьевич – д-р мед. наук проф., ст. науч. сотр. науч.-исслед. лаб. Науч.-исслед. центра, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0003-1095-1216, e-mail: GSG_rj@mail.ru;

Загородников Геннадий Геннадьевич – д-р мед. наук, нач. науч.-исслед. отдела Науч.-исслед. центра, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0003-1636-0310, e-mail: gen73zag@mail.ru;

Резник Владимир Михайлович – канд. мед. наук, нач. науч.-исслед. лаб. Науч.-исслед. центра, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0001-6083-2667, e-mail: Askold9@mail.ru;

Аксенова Наталья Владимировна – канд. мед. наук, врач-статистик науч.-исслед. лаб. Науч.-исслед. центра, Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова (Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Акад. Лебедева, д. 6), ORCID: 0000-0002-5645-7072, e-mail: nataaks@mail.ru

аварии на ЧАЭС и имеет глобальные экологические последствия [2, 3]. Прежде всего, это касается рисков для участников ликвидации последствий крупномасштабных радиационных аварий (ЛПА) для основного показателя жизни – ее продолжительности.

Одна из последних работ, касающихся этой проблемы, относится к 2016 г. [4]. В результате проведенных исследований установлено, что к числу основных рисков за анализируемый период относились возраст на момент заезда на станцию, продолжительность работы в «опасной» зоне и непосредственное участие в потенциально опасных работах (дозиметрическая разведка, дезактивация, строительство «саркофага»).

После публикации статьи появились данные, свидетельствующие о возможных вредных последствиях для здоровья и продолжительности жизни ликвидаторов фазы аварии – «острой» и «стационарной». Показано, в частности, что в апреле – мае 1986 г. (острая фаза) ликвидаторы подверглись не только воздействию общего γ -, β -излучения, но и внутреннему облучению, обусловленному аппликацией γ -, β -радионуклидов на коже, слизистых оболочках, ингаляции продуктов деления [6]. Влияние этого фактора на продолжительность жизни ликвидаторов в полной мере еще не изучено.

Цель – анализ влияния факторов риска на продолжительность жизни ЛПА на ЧАЭС.

Материал и методы

Изучали общую продолжительность жизни и 25-летнее дожитие ликвидаторов аварии на ЧАЭС, влияние факторов, таких как возраст ликвидаторов на момент заезда в зону аварии, фаза аварии, длительность пребывания в зоне, полученная доза радиации, характер деятельности в зоне [5]. Исследовательскую выборку составили 158 человек, случайным образом отобранных из архива Всеармейского медицинского регистра Минобороны России о военнослужащих-ликвидаторах последствий аварии (ЛПА) на ЧАЭС в 1986 г. Количественные показатели были сгруппированы.

Среднее значение полученной дозы γ -, β -излучения было $(14,0 \pm 0,96)$ сЗв. Показатель продемонстрировал закон распределения, отличный от нормального, при минимальном значении 1 сЗв и максимальном 80 сЗв, медиана (Me) с верхним и нижним квартилем (Q_1 ; Q_3) – 10,5 сЗв. ЛПА на ЧАЭС по дозе облучения разделили на группы:

- 1-я ($n = 79$ или 50 %) – от 1 до 11 сЗв;
- 2-я ($n = 35$ или 22,2 %) – от 11 до 21 сЗв;
- 3-я ($n = 44$ или 27,8 %) – более 20 сЗв.

Средний срок длительности пребывания в зоне составил $(45,1 \pm 3,4)$ сут. Минимальный срок составил 1 сут и максимальный – 231 сут. 25 % ликвидаторов аварии находились в зоне аварии до 16 сут, 50 % – от 16 до 62, 25 % – свыше 62 сут. По сроку пребывания на ЧАЭС ликвидаторов распределили на группы:

- 1-я ($n = 109$ или 69 %) – до 51 сут;
- 2-я ($n = 35$ или 22,5 %) – от 51 до 100 сут;
- 3-ю ($n = 14$ или 8,9 %) – 100 сут и более.

Средний возраст ликвидаторов на момент заезда в зону составил $(44,2 \pm 0,82)$ года. При этом младшему ликвидатору было 20 лет, а старшему – 67 лет. У 50 % возраст был от 36 до 52 лет. Для оценки продолжительности жизни (дожития) ЛПА на ЧАЭС разделили по возрасту на группы:

- 1-я ($n = 62$ или 39,2 %) – до 41 года;
- 2-я ($n = 50$ или 31,6 %) – от 41 года до 50 лет;
- 3-я ($n = 38$ или 24,1 %) – 51–60 лет;
- 4-я ($n = 8$ или 5,1 %) – 61 год и старше.

Выделили 2 фазы аварии: «острая» – апрель–июнь 1986 г., в которой участвовали 73 человека (46,2 %), и «стационарная» – с начала июля 1986 г. – 85 человек (53,8 %).

По характеру деятельности ЛПА разделили на 2 группы: 1-я (с высоким риском) – 44 человека (27,8 %) и 2-я (работы умеренного риска) – 114 человек (72,2 %).

Из обследовательской группы 117 человек (74,1 %) умерли в течение первых 25 лет после пребывания в зоне аварии, 41 человек (25,9 %) – в более поздние сроки.

Полученные данные обработали общепринятыми методами вариационной статистики с использованием пакета прикладных программ Statistica 12.0. Рассчитали среднее значение показателя и ошибку средних величин ($M \pm m$), а также относительные величины частоты и распределения. Оценку связи качественных показателей осуществляли с помощью критерия χ^2 Пирсона. Вероятность ошибки ($p < 0,05$) считали достаточной для вывода о статистической значимости полученных данных. В интересах оценки влияния различных факторов на 25-летнюю выживаемость ликвидаторов использован математико-статистический метод анализа выживаемости (Survival Analysis) [1] из пакета программ по статистической обработке данных Statistica for Windows, алгоритм анализа которого позволил провести:

- анализ времени жизни в обследованной группе в целом;
- сравнение времени жизни в двух группах или более;
- оценку влияния предиктных факторов на время жизни объектов.

Результаты их анализ

В табл. 1 представлены итоги изучения связи продолжительности жизни ЛПА на ЧАЭС и некоторых наиболее значимых факторов риска. Связь продолжительности жизни и полученной дозы внешнего γ -, β -излучения оказалась статистически незначимой ($\chi^2 = 9,7$; $p = 0,14$). Однако обращает на себя внимание тот факт, что максимальную долю – от 31,4 до 36,4 % – составили ликвидаторы в возрасте 71 года и более во всех группах по фактору риска γ -, β -излучения. На II месте и также почти однородной по полученной дозе облучения оказалась доля ликвидаторов в возрасте от 51 до 60 лет – от 20,2 до 25 % в различных группах по описываемому фактору риска. В возрастной группе 61–70 лет уменьшалась доля облученных от 35,4 до 15,9 % с увеличением дозы облучения. И наконец, в 1-й возрастной группе, до 51 года, доля ликвидаторов, получивших дозу до 11 сЗв, составила 12,7 %, от 11 до 20 сЗв – 28,6 %, 21 сЗв и более – 22,7 %.

Показатели длительности жизни ликвидаторов (рис. 1) находились в статистически значимой связи с данными продолжительности работы в зоне аварии ($\chi^2 = 15,0$; $p = 0,02$). Особенно наглядно положительная сила связи наблюдалась у ликвидаторов с продолжительностью пребывания в зоне до 51 сут, их доля повышалась с увеличением возраста жизни с 12,8 до 39,5 %. В возрасте до 51 года отмечено существенное увеличение их доли

по срокам пребывания в зоне с 12,8 до 35,7 %. Аналогичная ситуация наблюдалась также в возрастной группе 51–60 лет – с 20,2 до 28,3 %.

Показатели возраста ликвидаторов на момент заезда в зону показали высокий уровень статистически значимой связи с продолжительностью их жизни ($\chi^2 = 125,0$; $p < 0,001$). При этом, весьма логичным оказался тот факт, что заехавшие на ЧАЭС ликвидаторы в более старшем возрасте имели большую продолжительность жизни. Например, приступивший к ликвидации аварии военнослужащий в возрасте 50 лет имел больше шансов дожить до 70 лет, чем 20-летний.

Показатели продолжительности жизни ЛПА не зависели ни от фазы аварии на станции ($\chi^2 = 3,9$; $p < 0,27$), ни от вида работ на объекте ($\chi^2 = 6,8$; $p < 0,77$).

2-й задачей стала оценка 25-летнего выживания ликвидаторов аварии как в целом в исследовательской группе, так и в группах, подвергшихся воздействию факторов риска. В качестве инструмента математико-статистической оценки возраста дожития используется анализ выживаемости (Survival Analysis).

Функция 25-летнего дожития, приведенная в табл. 2 и на рис. 2, показывает, что в первые 10 лет ежегодно уходило из жизни от 0,7 до 6 % наблюдавшихся ликвидаторов, к 10-му году – в живых осталось около 88 %. Начиная с 11-го года, интенсивность ежегодной смертности увеличилась с 3 до 17 %, к 20-м годам после аварии в живых осталось 51,6 %. К завершению срока наблюдения в живых было только 27,2 %. При этом медиана (50 %) дожития составила не многим более 20 лет, а верхний квартиль (25 %) – около 15 лет.

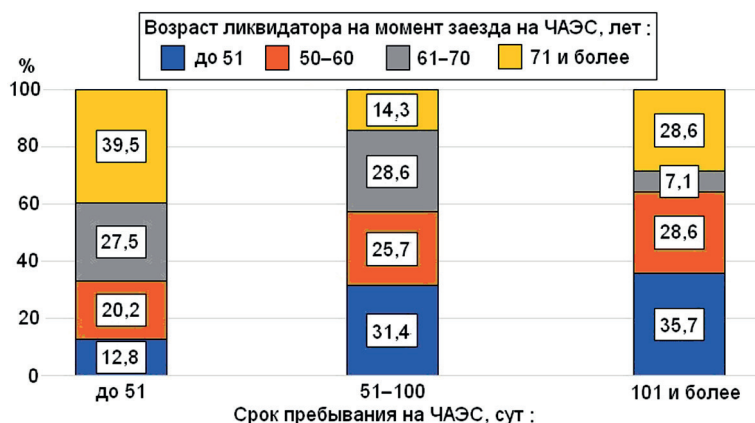


Рис. 1. Распределение ЛПА на ЧАЭС по продолжительности жизни в зависимости от длительности их работы в зоне аварии.

Таблица 1

Распределение факторов риска по группам ЛПА на ЧАЭС с различной продолжительностью жизни, n (%)

Фактор риска		Продолжительность жизни, лет				Общий массив
		до 51	51–60	61–70	71 и более	
Доза, сЗв:	менее 11	10 (12,7)	16 (20,2)	28 (35,4)	25 (31,6)	79 (100,0)
	11–20	10 (28,6)	8 (22,9)	6 (17,1)	11 (31,4)	35 (100,0)
	21 и более	10 (22,7)	11 (25,0)	7 (15,9)	16 (36,4)	44 (100,0)
$\chi^2 = 9,7; p = 0,14$						
Продолжительность заезда, сут:	менее 51	14 (12,8)	22 (20,2)	30 (27,5)	43 (39,5)	109 (100,0)
	51–100	11 (31,4)	9 (25,7)	10 (28,6)	5 (14,3)	35 (100,0)
	101 и более	5 (35,7)	4 (28,6)	1 (7,1)	4 (28,6)	14 (100,0)
$\chi^2 = 15,0; p = 0,02$						
Возраст на момент заезда, лет:	менее 41	28 (45,2)	23 (37,1)	11 (17,7)	0 (0)	62 (100,0)
	41–50	2 (4,0)	11 (22,0)	24 (48,0)	13 (26,0)	50 (100,0)
	51–60	0 (0)	1 (2,6)	6 (15,8)	31 (81,6)	38 (100,0)
	61 и более	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (100,0)	8 (100,0)
$\chi^2 = 125,0; p < 0,001$						
Фаза аварии:	стационарная	19 (15,1)	22 (25,9)	20 (23,5)	24 (28,2)	85 (100,0)
	острая	11 (15,1)	13 (17,8)	21 (28,8)	28 (38,4)	73 (100,0)
$\chi^2 = 3,9; p < 0,27$						
Вид работ:	высокого риска	11 (25,0)	14 (31,8)	10 (22,7)	9 (20,5)	44 (100,0)
	умеренного риска	19 (16,7)	21 (18,4)	31 (27,2)	43 (37,7)	114 (100,0)
$\chi^2 = 6,8; p < 0,77$						

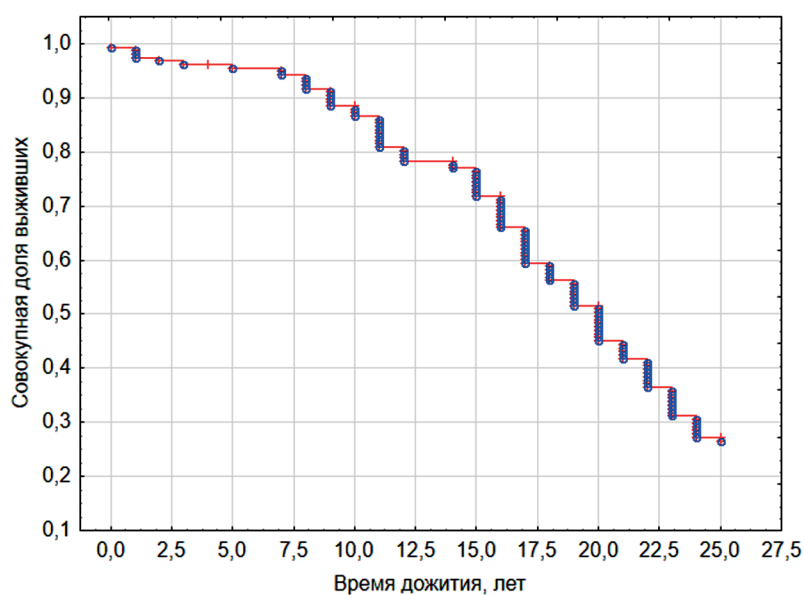


Рис. 2. Функция 25-летнего дожития ЛПА на ЧАЭС, включенных в выборку.

Таблица 2

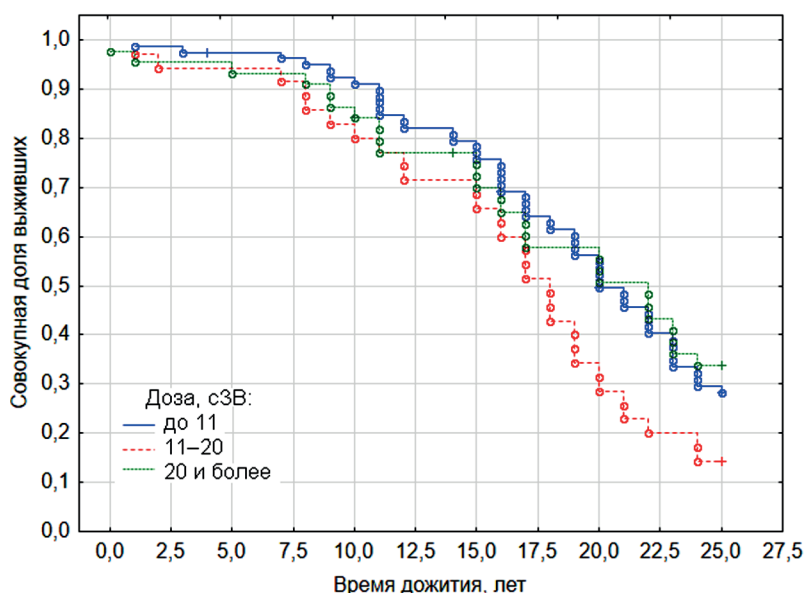
Обобщенные показатели жизни всей выборочной совокупности ЛПА на ЧАЭС

Интервал	Начало интервала	Число наблюдений на начало интервала	Число цензурированных случаев	Число умерших в интервале	Доля умерших в интервале	Доля оставшихся в живых в интервале	Совокупная доля выживших
1	0,0	158	0	5	0,032	0,968	1,000
2	2,5	153	1	1	0,007	0,993	0,968
3	5,0	151	0	3	0,020	0,980	0,962
4	7,5	148	0	9	0,061	0,939	0,943
5	10,0	139	1	16	0,116	0,884	0,886
6	12,5	122	1	2	0,016	0,984	0,783
7	15,0	119	1	27	0,228	0,772	0,770
8	17,5	91	0	12	0,132	0,868	0,595
9	20,0	79	1	23	0,293	0,707	0,516
10	22,5	55	0	14	0,255	0,745	0,365
11	25,0	41	40	1	0,048	0,952	0,272

Таблица 3

Обобщенные показатели жизни в группах ЛПА на ЧАЭС с разной дозой облучения

Начало интервала	Накопленная доза облучения, сЗв								
	до 11			11–20			21 и более		
	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших
0,0	79	1	100,0	35	2	100,0	44	2	100,0
2,8	78	1	98,7	33	0	94,3	42	1	95,5
5,6	76	2	97,5	33	3	94,3	41	1	93,2
8,3	74	8	94,9	30	3	85,7	40	6	90,9
11,1	66	2	84,6	27	2	77,1	33	0	77,1
13,9	64	10	82,1	25	4	71,4	33	5	77,1
16,7	53	10	69,1	21	9	60,0	27	3	65,2
19,4	43	12	56,1	12	5	34,3	24	6	58,0
22,2	30	8	40,3	7	2	20,0	18	4	43,5
25,0	22	1	29,5	5	0	14,3	14	0	33,8

Рис. 3. Функции 25-летнего дожития ЛПА на ЧАЭС с разными дозами облучения ($p = 0,12$).

Доза облучения (табл. 3) не оказала статистически значимого влияния ($p = 0,12$) на функции дожития ликвидаторов. Так, ликвидаторы, у которых накопленная доза составила до 11 и 21 сЗв и более, уходили из жизни практически с одинаковой интенсивностью в течение всего периода наблюдения. Из числа ликвидаторов с накопленной дозой до 11 сЗв в живых осталось 29,5%, а с дозой 21 сЗв и более – 33,8%. Из числа ликвидаторов, облучение которых составило от 11 до 20 сЗв, дожили только 14,3%. Интенсивность их ухода существенно увеличилась после 15-го года наблюдения. Наглядно кривые дожития показаны на рис. 3.

Сроки пребывания в зоне аварии (табл. 4) значимого влияния на функции выживания

не оказали ($p = 0,43$). Несколько увеличилась интенсивность смертей в последние 8 лет наблюдения среди ликвидаторов, сроки пребывания которых превышали 101 день. Живых из них осталось 17,3%, в то время как в других сравниваемых группах таких, что немаловажно, оказалось около 28%. Наглядно кривые дожития в группах ликвидаторов показаны на рис. 4.

Влияние возраста ликвидаторов на функции 25-летнего дожития (табл. 5) оказалось незначимым ($p = 0,21$). Тем не менее, следует отметить значительно больший уровень дожития в период с 10 лет в группе 51–60 лет. Наглядно кривые дожития в группах ликвидаторов показаны на рис. 5.

Таблица 4

Обобщенные показатели жизни в группах ЛПА на ЧАЭС с разным сроком пребывания в зоне аварии

Начало интервала	Срок пребывания в зоне аварии, сут								
	до 51			51–110			100 и более		
	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших
0,0	109	2	100,0	35	2	100,0	14	2	100,0
2,8	107	1	98,2	33	1	94,3	13	1	92,9
5,6	105	3	97,2	32	2	91,4	13	1	92,9
8,3	102	11	94,5	30	6	85,7	12	6	85,7
11,1	91	4	84,3	24	0	68,6	11	0	85,7
13,9	87	13	80,6	24	4	68,6	11	5	85,7
16,7	73	14	68,5	20	4	57,1	8	3	69,4
19,4	59	17	55,3	16	4	45,7	4	6	34,7
22,2	41	12	39,3	12	2	34,3	2	4	17,3
25,0	29	1	27,8	10	0	28,6	2	0	17,3

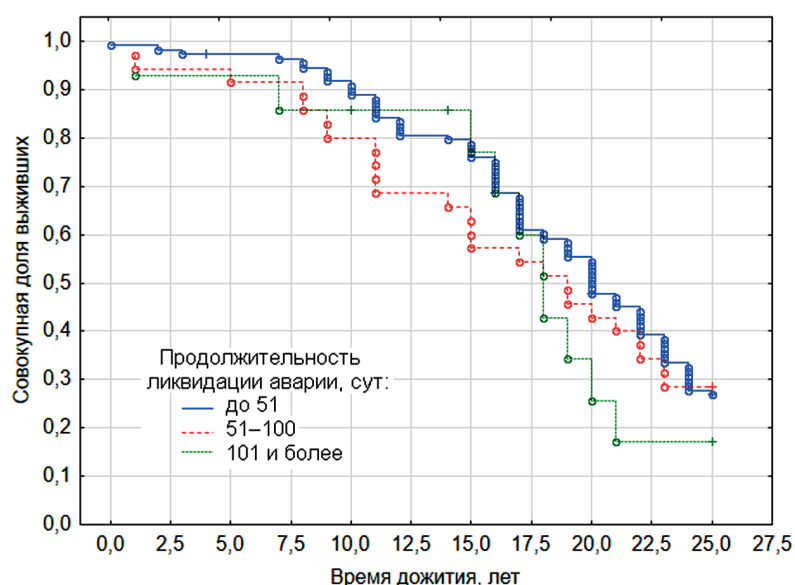


Рис. 4. Функции 25-летнего дожития ЛПА на ЧАЭС с разным сроком пребывания в зоне аварии ($p = 0,43$).

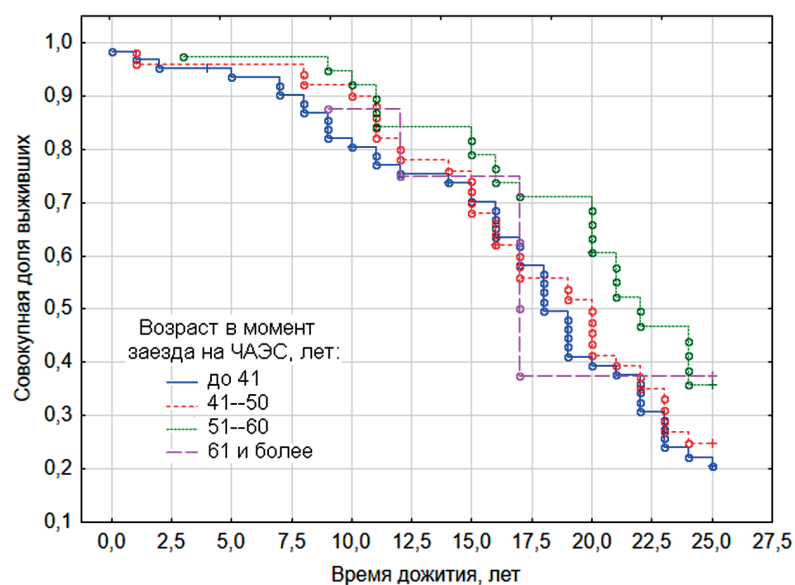


Рис. 5. Функции 25-летнего дожития ЛПА на ЧАЭС в разных возрастных группах ($p = 0,21$).

Таблица 5

Обобщенные показатели жизни ЛПА на ЧАЭС в группах с разным возрастом

Начало интервала	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших
	Возраст, лет					
	до 41			41–50		
0,0	62	3	100,0	50	2	100,0
2,8	59	1	95,2	48	0	96,0
5,6	57	4	93,5	48	2	96,0
8,3	53	6	87,0	46	5	92,0
11,1	46	1	77,0	41	2	82,0
13,9	45	7	75,4	39	8	78,0
16,7	37	13	63,5	30	5	61,8
19,4	24	6	41,2	25	8	51,5
22,2	18	5	30,9	17	5	35,0
25,0	13	1	22,3	12	0	24,7
	51–60			61 и более		
0,0	38	0	100,0	8	0	100,0
2,8	38	1	100,0	8	0	100,0
5,6	37	0	97,4	8	0	100,0
8,3	37	5	97,4	8	1	100,0
11,1	32	0	84,2	7	1	87,5
13,9	32	4	84,2	6	0	75,0
16,7	28	1	73,7	6	3	75,0
19,4	27	9	71,1	3	0	37,5
22,2	17	4	46,9	3	0	37,5
25,0	13	0	35,9	3	0	37,5

Таблица 6

Обобщенные показатели жизни в группах ЛПА на ЧАЭС, участвующих в ликвидации аварии в разные фазы

Начало интервала	«Стационарная» фаза			«Острая» фаза		
	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших
0,0	73	3	100,0	85	2	100,0
2,8	70	2	95,9	83	0	97,6
5,6	68	1	93,2	82	5	97,6
8,3	67	7	91,8	77	10	91,7
11,1	59	2	82,1	67	2	79,8
13,9	57	9	79,3	65	10	77,4
16,7	47	9	66,7	54	13	65,4
19,4	38	14	53,9	41	9	49,7
22,2	23	5	33,8	32	9	38,8
25,0	18	1	26,4	23	0	27,9

Таблица 7

Обобщенные показатели жизни в группах ЛПА на ЧАЭС в зависимости от вида выполняемых работ

Начало интервала	Вид выполняемых работ					
	высокого риска			умеренного риска		
	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших	Число наблюдений на начало интервала	Число умерших в интервале	Совокупная доля выживших
0,0	44	1	100,0	114	4	100,0
2,8	43	1	97,7	110	1	96,5
5,6	42	1	95,5	108	5	95,6
8,3	41	6	93,2	103	11	91,2
11,1	34	0	79,4	92	4	81,4
13,9	34	9	79,4	88	10	77,9
16,7	23	5	57,7	78	17	69,1
19,4	18	5	45,2	61	18	54,0
22,2	13	1	32,6	42	13	37,9
25,0	12	0	30,1	29	1	26,2

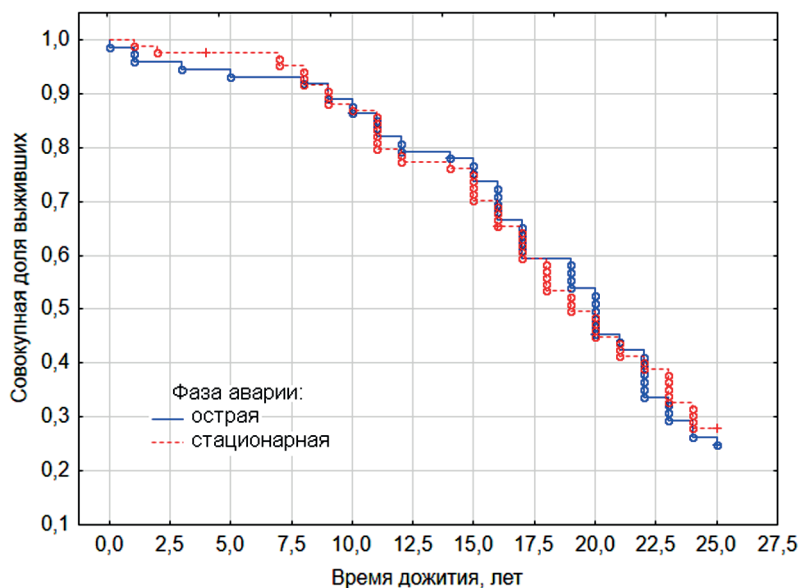


Рис. 6. Функции 25-летнего дожития ЛПА на ЧАЭС, участвующих в ликвидации аварии в разные фазы ($p = 0,99$).

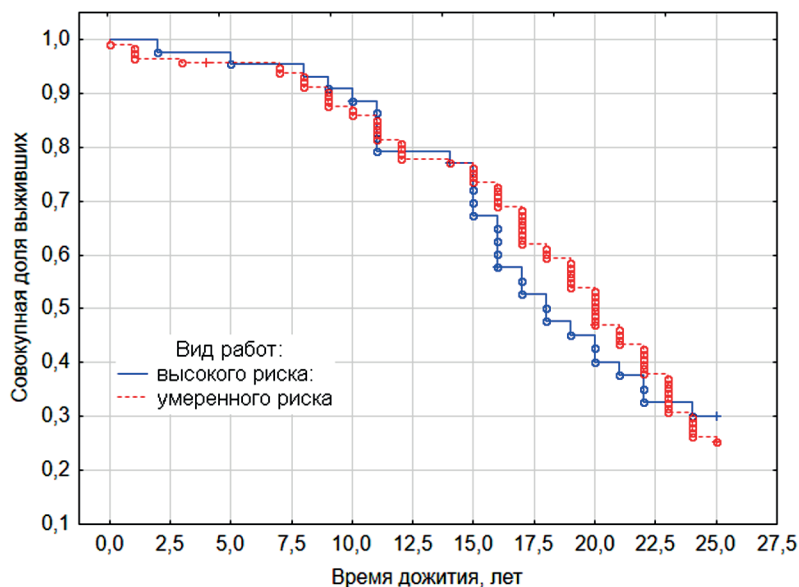


Рис. 7. Функции 25-летнего дожития ЛПА на ЧАЭС в зависимости от вида выполняемых работ ($p = 0,42$).

Участие в ликвидации последствий в острую и стационарную фазы аварии (табл. 6), как и характер выполняемых работ (табл. 7), существенного влияния на функцию 25-летнего дожития не повлияли ($p = 0,99$ и $p = 0,42$ соответственно). Наглядно кривые дожития в группах ликвидаторов показаны на рис. 6 и 7.

Заключение

Таким образом, результат проведенного исследования позволяет сделать вывод (согласующийся с результатами предыдущих исследований [2]) об отсутствии устойчивой связи между величиной поглощенной дозы

γ -, β -облучения, фазой аварии на станции, вида работ на объекте, с одной стороны, и продолжительностью жизни ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС – с другой стороны.

Длительность пребывания в «зоне», как и возраст на момент заезда на Чернобыльскую АЭС, следует отнести к факторам высокого риска, влияющим на продолжительность жизни ликвидаторов аварии. В то же время, следует констатировать, что ни один из изученных предикторных факторов не оказал существенного влияния на 25-летнее дожитие ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС.

Литература

1. Беляев А.М., Михнин А.Е., Рогачев М.В. Подготовка данных и анализ выживаемости в пакетах статистических программ MedCalc и Statistica : учеб. пособие. СПб. : НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова, 2022. 56 с.
2. Гуськова А.К. Медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС. Основные итоги и нерешенные проблемы // Мед. радиол. и радиац. безопасность. 2010. Т. 55, № 3. С. 17–28.
3. Ильин Л.А. Реалии и мифы Чернобыля : 2-е изд., испр. и доп. М. : ALARA, 1996. 473 с.
4. Легеза В.И., Резник В.М., Загородников Г.Г., Гребенюк А.Н. Влияние различных факторов риска на продолжительность жизни военнослужащих – ликвидаторов последствий Чернобыльской катастрофы // Вестн. Рос. Воен.-мед. акад. 2016. № 3 (55). С. 227–232.
5. Легеза В.И., Загородников Г.Г., Аксенова Н.В., Резник В.М. Основные итоги 30-летнего наблюдения состояния здоровья военнослужащих – ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции // Воен.-мед. журн. 2023. Т. 344, № 6. С. 22–27. DOI: 10.52424/00269050-2023-344-6-22.
6. Ушаков И.Б., Арлащенко Н.И., Солдатов С.К., Попов В.И. Экология человека после Чернобыльской катастрофы: Радиационный экологический стресс и здоровье человека : [монография] / под ред. И.Б. Ушакова; Гос. науч.-исслед. испытат. ин-т воен. медицины, Воронеж. гос. мед. акад. М. ; Воронеж, 2001. 722 с.

Поступила 08.02.2024 г.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией статьи.

Участие авторов: В.И. Легеза – концепция исследования, написание статьи; С.Г. Григорьев – методология и статистический анализ результатов исследования, подготовка первого варианта статьи; Г.Г. Загородников – анализ результатов, редактирование окончательного варианта статьи; В.М. Резник – статистическая обработка данных, редактирование статьи; Н.В. Аксенова – сбор и обработка первичных данных, англоязычный перевод разделов статьи.

Для цитирования. Легеза В.И., Григорьев С.Г. Загородников Г.Г., Резник В.М., Аксенова Н.В. Основные факторы риска для продолжительности жизни военнослужащих – ликвидаторов последствий Чернобыльской катастрофы в 1986 году // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2024. № 2. С. 39–48. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-2-39-48.

Major life expectancy risks in the military liquidators of the Chernobyl disaster in 1986

Legeza V.I., Grigoriev S.G., Zagorodnikov G.G., Reznik V.M., Aksenova N.V.

Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia)

✉ Legeza Vladimir Ivanovich – Dr. Med. Sci. Prof., Honored Scientist of the Russian Federation, Senior Researcher Research Laboratory, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-1086-8247, e-mail: svetlana.agni-star@yandex.ru;

Stepan Grigorievich Grigoriev – Dr. Med. Sci. Prof., Senior Researcher, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0003-1095-1216, e-mail: GSG_rj@mail.ru;

Zagorodnikov Gennadi Gennadievich – Dr. Med. Sci., Head of the Research Department, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0003-1636-0310, e-mail: gen73zag@mail.ru;

Reznik Vladimir Mikhailovich – PhD Med. Sci., Head of the Research Laboratory, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0001-6083-2667, e-mail: Askold9@mail.ru;

Aksenova Natalia Vladimirovna – PhD Med. Sci., Statistician of the Research Laboratory, Kirov Military Medical Academy (6, Academica Lebedeva Str., St. Petersburg, 194044, Russia), ORCID: 0000-0002-5645-7072, e-mail: nataaks@mail.ru

Abstract

Relevance. The current realities (including the special military operation in Ukraine) are impregnated with a sharp increase in nuclear terrorism threats. In this regard, elimination of medical consequences of the 1986 Chernobyl nuclear power plant (Chernobyl NPP) disaster – the largest man-made radiation disaster in human history – is valuable experience that merits thorough analysis.

The objective is to analyze risk factor impact on the life expectancy of liquidators engaged in eliminating the Chernobyl disaster consequences.

Methods. The study analyzed initial accounts and reports of the Army Medical Register of the Ministry of Defense of the Russian Federation, containing information on 158 liquidators of the Chernobyl NPP disaster in 1986. The study focused on liquidator life expectancy in correlation with the absorbed external γ and β radiation dose, age at disaster site deployment, length of stay, the phase of accident, and professional activity.

Results and analysis. The liquidators did not show a robust correlation between the absorbed external γ and β radiation dose and life expectancy. The key factors affecting the life expectancy of Chernobyl disaster liquidators were age at the time of deployment (under 40 years), length of stay at the NPP (over 50 days), including during the acute phase, work involving high

risks. The absorbed dose of external γ - and β - radiation did not contribute significantly to shorter life expectancy risks among Chernobyl liquidators.

Conclusion. The study results allow to conclude that the length of stay in the hazardous radioactive zone and the age of liquidators at the time of deployment are the likely high-risk factors, affecting life expectancy of Chernobyl liquidators. Meanwhile, none of the studied predictor factors showed any significant impact on the 25-year survival of Chernobyl liquidators.

Keywords: emergency, disaster, radiobiology, Chernobyl nuclear power plant, military liquidators, life expectancy, risk factors.

References

1. Beljaev A.M., Mihnin A.E., Rogachev M.V. Podgotovka dannyh i analiz vyzhivaemosti v paketah statisticheskikh programm MedCalc i Statistica [Data preparation and survival analysis using MedCalc and Statistica software packages]. St. Petersburg. 2022. 56 p.
2. Gus'kova A.K. Medicinskie posledstviya avarii na Chernobyl'skoj AJeS. Osnovnye itogi i nereshennye problemy [Medical effects of the Chernobyl nuclear power plant accident: major summaries and unsolved challenges]. *Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'* [Medical radiology and radiation safety]. 2010; 55(3):17–28.
3. Il'in L.A. Realii i mify Chernobylja [Realities and myths of Chernobyl]. Moscow. 1996. 473 p.
4. Legeza V.I., Reznik V.M., Zagorodnikov G.G., Grebenyuk A.N. Vlijanie razlichnyh faktorov riska na prodolzhitel'nost' zhizni voennosluzhashchih – likvidatorov posledstvij Chernobyl'skoj katastrofy [The influence of different risk factors on duration of life of clean-up workers after Chernobyl disaster]. *Vestnik Rossijskoj Voenno-meditsinskoj akademii* [Bulletin of the Russian military medical academy]. 2016; (3):227–232.
5. Legeza V.I., Zagorodnikov G.G., Aksenova N.V., Reznik V.M. osnovnye itogi 30-letnego nabljudenija sostojanija zdorov'ja voennosluzhashchih – likvidatorov posledstvij avarii na Chernobyl'skoj atomnoj jelektrostantsii [The major results of 35-year monitoring of some indicators of the state of health of military personnel - liquidators of the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Voenno-meditsinskij zhurnal* [Military medical journal]. 2023; 344(6):22–27. DOI: 10.52424/00269050-2023-344-6-22.
6. Ushakov I.B., Arlashhenko N.I., Soldatov S.K., Popov V.I. Jekologija cheloveka posle Chernobyl'skoj katastrofy: radiacionnyj jekologicheskij stress i zdorov'e cheloveka [Human ecology after the Chernobyl disaster: Radiation environmental stress and human health]. Moscow ; Voronezh. 2001. 722 p.

Received 08.02.2024

For citing: Osnovny'e faktory' riska dlja prodolzhitel'nosti zhizni voennosluzhashchikh – likvidatorov posledstvii' chernoby'l'skoi' katastrofy' v 1986 godu. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2024; (2):39–48. (In Russ.)

Legeza V.I., Grigoriev S.G., Zagorodnikov G.G., Reznik V.M., Aksenova N.V. Major life expectancy risks in the military liquidators of the Chernobyl disaster in 1986. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2024; (2):39–48. DOI: 10.25016/2541-7487-2024-0-2-39-48.