DOI: 10.21870/0131-3878-2019-28-4-73-87

УДК 504.054:621.039.7

Состояние здоровья персонала предприятия по обращению с радиоактивными отходами утилизируемого атомного флота СССР

Лягинская А.М., Шандала Н.К., Киселев С.М., Ермалицкий А.П., Петоян И.М., Купцов В.В.,
Ахромеев С.В., Шлыгин В.В., Карелина Н.М., Ким О.Е.¹

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва;

¹ ФГБУЗ МСЧ № 100 ФМБА России, Фокино

Дана оценка состояния здоровья персонала Дальневосточного центра по обращению с радиоактивными отходами (ДВЦ «ДальРАО» отделение Фокино). Исследовали заболеваемость общую первичную, онкологическую, хроническую, а также репродуктивное здоровье по показателям фертильности мужчин персонала предприятия и состоянию новорождённых в семьях персонала. В процессе работы по утилизации атомных подводных лодок персонал подвергается сочетанному воздействию хронического облучения в малых дозах (1-5 мЗв в год) и воздействию высокотоксичных химических веществ в уровнях, не превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК). Общая первичная заболеваемость в 2012-2016 гг. составляет $631,4 \pm 28,6$ на 1000 человек. В структуре заболеваний первые 3 места занимают заболевания органов дыхания – $195,5 \pm 23,0$ на 1000 человек, травмы и отравления – $96,7 \pm 15,3$ на 1000 человек и болезни костно-мышечной системы – $62,4 \pm 14,3$ на 1000 человек. Выявлены относительно высокие значения основных болезней в отдельных классах заболеваний: злокачественные заболевания – 34,6% из всех новообразований, инсулинозависимый диабет – 60,0% от заболеваний эндокринной системы, гипертоническая и ишемическая болезни сердца – 54,2% от всех заболеваний системы кровообращения, обструктивная лёгочная патология – 55,0% от заболеваний бронхолёгочной системы, соединительной ткани – 51,0% от заболеваний костно-мышечной системы. Ведущими хроническими заболеваниями являются болезни системы кровообращения ($239,0 \pm 25,0$ на 1000 человек), костно-мышечной системы ($232,5 \pm 25,0$ на 1000 человек) и болезни органов дыхания ($114,9 \pm 19,0$ на 1000 человек). Получены предварительные данные (на малой выборке – 23 деторождения) о состоянии репродуктивного здоровья персонала: относительно высокая частота рождения детей нездоровыми – 61,0% и 27,9% соответственно в группе персонала и в группе населения, и относительно высокая частота врождённых пороков развития – 11,1 и 5,2 на 1000 соответственно.

Ключевые слова: атомные подводные лодки, утилизация, персонал, ДВЦ «ДальРАО», обращение с радиоактивными отходами, дозы облучения, химический фактор, здоровье, заболеваемость, репродуктивное здоровье, ядерное наследие.

Введение

Предприятие ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино создано в 2000 г. с целью экологической реабилитации бывшей береговой технической базы военно-морского флота (ВМФ) России, предназначенной для перезарядки корабельных реакторов ядерным топливом. Основной задачей предприятия является проведение на территории Дальневосточного региона работ по обращению с отработанным ядерным топливом (ОЯТ), твёрдыми и жидкими радиоактивными отходами, накопленными в процессе деятельности ВМФ и образующимися в настоящее время при утилизации атомных подводных лодок и надводных кораблей с ядерными энергетическими установками [1].

Производственной особенностью предприятия ДВЦ «ДальРАО» (отд. Фокино) является комплекс работ, связанных с инвентаризацией, сбором, перетаркой и сортировкой твёрдых

Лягинская А.М. – гл. научн. сотр., д.б.н., проф.; Шандала Н.К. – зам. ген. директора, д.м.н., член РНКРЗ; Киселев С.М. – зав. лаб., к.б.н.; Ермалицкий А.П. – вед. научн. сотр., к.м.н.; Петоян И.М. – зав. лаб., к.т.н.; Купцов В.В. – ст. научн. сотр.; Ахромеев С.В.* – научн. сотр.; Шлыгин В.В. – инженер; Карелина Н.М. – научн. сотр. ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Ким О.Е. – начальник ФГБУЗ МСЧ № 100 ФМБА России.

*Контакты: 123098, Москва, ул. Живописная, 46. Тел.: 8(916) 161-37-74; e-mail: sergeyfmcb@gmail.com.

РАО, кондиционированием жидких РАО (ДВЦ «ДальРАО» бухта Сусоева), разделкой корпусных частей атомных подводных лодок (АПЛ), подготовкой блок-упаковок реакторных отсеков и их размещением на площадках длительного хранения (ДВЦ «ДальРАО», ПДХ РО мыс Устричный).

Контроль состояния здоровья персонала радиационно-опасных производств осуществляется методом проведения профосмотров (обследований) в соответствии с приказом № 302 Минздравсоцразвития России от 12.04.2011 г.

Очевидно, что эффект действия производственных факторов на здоровье работников проявляется в показателях их заболеваемости.

В современных производственных условиях персонал подвергается комплексному воздействию химических веществ и радиационного облучения в малых дозах, при котором исключается возникновение тканевых (пороговых) эффектов, но не исключается риск стохастических (беспороговых) эффектов, к которым относятся онкологические заболевания и генетические эффекты. Однако до настоящего времени в системе наблюдения за здоровьем работников радиационно-опасных производств оценок общей заболеваемости не делается и проблема профессионально обусловленной заболеваемости радиационно-опасных (физико-химических) производств остаётся нерешённой.

Цель настоящей работы – оценка состояния здоровья персонала предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино по показателям заболеваемости и репродуктивного здоровья (генетического риска) и тенденций его изменения в динамике пятилетнего наблюдения, в 2012-2016 гг.

Материал и методы

В качестве показателей здоровья исследовали заболеваемость, первичную общую соматическую, онкологическую, хроническую (диспансерные больные), и репродуктивное здоровье (генетический риск).

Сведения о заболеваемости получены из МСЧ № 100, осуществляющей контроль здоровья персонала. Всего получены данные на 285 человек за пятилетний период наблюдения (2012-2016 гг.).

В качестве показателей репродуктивного здоровья (генетического риска) исследовали фертильность (способность иметь детей) и состояние здоровья новорождённых детей с оценкой частоты и структуры врождённых пороков. Сведения о фертильности получены из специально разработанных анкет-опросников, содержащих следующие данные:

- возраст, цех, стаж работы в особо вредных условиях труда (ОВУТ), семейное положение, наличие детей;
- возраст, место работы, число неблагоприятных исходов беременности (выкидыши, мертворождения);
- дата рождения, наличие врождённых пороков развития (ВПР), ранняя смерть ребёнка;
- причины отсутствия детей (не может иметь муж, жена, сознательный отказ);
- доза облучения, накопленная за период работы в ОВУТ.

Всего методом анкетирования получены сведения о дозах на 71 человека (25,0%).

Сведения о состоянии новорождённого получены методом выкопировки данных из индивидуальных медицинских карт «История родов» (ф. 096/у) и «История развития новорождённого» (ф. 097/у). Всего получены сведения на 23 деторождения, состоявшиеся в семьях мужчин в 2012-2016 гг.

Сведения о дозах облучения получены из отдела радиационной безопасности предприятия по данным на 2014 г.

В качестве группы сравнения использованы показатели здоровья взрослого населения г. Фокино, находящегося в 20 км от предприятия, медсанчасть которого обслуживает персонал предприятия. Средний возраст мужского населения составил в 2014 г. 38,2 лет, по РФ – 39 лет, по Приморскому краю – 38,6 лет. Средний возраст мужчин персонала составил 40,2 лет [2].

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных методов, применяемых при анализе медико-биологических данных. Для всех показателей рассчитывали интенсивные показатели, стандартную ошибку среднего показателя, достоверность различий по группам с применением t-критерия Стьюдента при уровне значимости $p \leq 0,05$. Все вычисления проводились в программном комплексе Microsoft Excel [3].

Вредные факторы производственной среды предприятия

Радиационный фактор. Выбросы предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино представлены следующими техногенными радионуклидами: ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{60}Co (ПВХ бухта Сыроева), ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{55}Fe , ^{60}Co , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{241}Am (ПДХ РО мыс Устричный). Основными дозообразующими техногенными радионуклидами являются ^{137}Cs и ^{90}Sr , которые относятся к высоко генетически значимым и представляют особую опасность [4]. Особенности распределения техногенных радионуклидов в окружающей среде производственных площадок предприятия заключаются в наличии локальных участков загрязнения, образовавшихся в результате миграции радионуклидов в окружающую среду из хранилищ ОЯТ и РАО (ПВХ бухта Сыроева). Технологические особенности обращения с РАО обуславливаются преимущественно внешним облучением персонала. Наряду с этим возможен ингаляционный путь поступления радионуклидов в организм, реализуемый при разделке металлоконструкций реакторных отсеков АПЛ (ПДХ РО мыс Устричный).

По состоянию на 2016 г. численность персонала группы А, работающего на постоянной основе с 2007 г., составила 85 человек. В период 2007-2016 гг. накопленные эффективные дозы персонала этой группы находились в пределах 1,6-47 мЗв (медианное значение – 16 мЗв). Годовые дозы облучения персонала предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино (медианные значения) стабильно не превышают 2 мЗв в год. Динамика (2007-2016 гг.) максимальных доз облучения персонала имеет тенденцию к снижению (2007 г. – около 12 мЗв в год, 2016 г. – не более 4 мЗв в год), приближаясь к медианным значениям (рис. 1).

Рис. 1. Динамика годовых эффективных доз персонала группы А (работающих на постоянной основе) ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино в период с 2007 по 2016 гг. на основе информации, поступившей в ведомственный банк данных ФМБА России. В 2010 г. в ведомственный банк данных ФМБА России поступили малочисленные данные, которые не являются представительными.

Химический фактор. В процессе утилизации АПЛ, выполняемой газорезчиками, сборщиками и работниками других профессий, в воздух выделяются аэрозоли дезинтеграции и конденсации, содержащие высокотоксичные металлы-аллергены (марганец, хром, никель и др.), газы и другие вещества [5]. Следовательно, персонал подвергается воздействию высокотоксичных химических веществ. Полный спектр химических веществ представлен в табл. 1.

Таблица 1

**Спектр факторов нерадиационной природы на объектах
предприятия ДВЦ «ДальРАО»**

Неорганические соединения
Оксиды тяжёлых металлов (железа, марганца, меди, алюминия, свинца, хрома, никеля), пыль ферросплавов (железо – 51%, кремний – 47%). Соли бария Оксиды азота (II, IV), углерода (IV), серы (IV). Кислоты – азотная, серная, сернистая Фтороводород, гексафторалюминат натрия
Органические соединения
Алифатические углеводороды (керосин, бензин, углеводороды предельные C12-C19) Органические спирты, альдегиды, кислоты, эфиры (этиловый спирт, щавелевая кислота, формальдегид, ацетон, этилгликольацетат, бутилгликольацетат, бутилацетат, эпихлоргидрин) Полиароматические соединения (бензпирен, бензол, толуол, ксилол, смесь жидких алифатических и ароматических углеводородов)

Результаты

Первичная заболеваемость персонала. Первичная общая заболеваемость персонала в период 2012-2016 гг. в среднем составляла $631,4 \pm 28,6$ на 1000 человек в год. В структуре заболеваемости первое место с частотой $195,5 \pm 23,0$ на 1000 человек занимали болезни органов дыхания, составляя 31,0% всей заболеваемости. Второе место с частотой $96,7 \pm 17,5$ на 1000 человек занимали травмы и отравления. Третье место занимали болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани с частотой $62,4 \pm 14,3$ на 1000 человек. Заболеваемость злокачественными новообразованиями составляла $7,9 \pm 5,2$ на 1000 человек, или 1,3% в структуре заболеваний (табл. 2).

Таблица 2

Первичная заболеваемость работников ДВЦ «ДальРАО» за 2012-2016 гг.

Показатель	Годы наблюдения					Средняя 2012-2016, M±m
	2012	2013	2014	2015	2016	
Всего работников ДВЦ «ДальРАО»	285	251	266	294	331	285,4
Зарегистрировано заболеваний, всего	133	137	160	206	265	180,2
Заболеваемость, на 1000 человек, в том числе:	466,7	545,8	601,5	700,7	800,6	$631,4 \pm 28,6$
некоторые инфекционные и паразитарные болезни	17,5	19,9	37,6	40,8	18,1	$26,6 \pm 9,5$
новообразования	21,1	-	18,8	27,2	21,2	$22,8 \pm 8,8$
из них: злокачественные новообразования	3,5	-	7,5	10,2	9,1	$7,9 \pm 5,2$
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	-	-	-	3,4	9,1	$7,0 \pm 4,9$
болезни эндокринной системы, расстрой- ства питания и нарушения обмена веществ	7,0	-	15,0	17,0	18,1	$14,9 \pm 7,2$
сахарный диабет	3,5	-	11,3	10,2	18,1	$11,4 \pm 6,3$
психические расстройства и расстройства поведения	-	3,9	11,3	3,4	21,2	$11,4 \pm 6,3$
болезни нервной системы	7,0	-	15,0	6,8	12,1	$10,5 \pm 6,0$
болезни глаза и его придаточного аппарата	21,1	27,9	-	6,8	6,0	$14,9 \pm 7,2$
болезни уха и сосцевидного отростка	10,5	12,0	7,5	37,4	42,3	$23,1 \pm 8,9$

Показатель	Годы наблюдения					Средняя 2012-2016, М±m
	2012	2013	2014	2015	2016	
болезни системы кровообращения	66,7	8,0	41,4	51,0	69,5	49,1±12,8
болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением	49,1	4,0	15,0	13,6	45,3	26,6±9,5
болезни органов дыхания	157,9	231,1	131,6	200,7	15,1	195,5±23,5
аллергический ринит (поллиноз)	-	-	-	-	-	-
болезни органов пищеварения	14,0	19,9	15,1	34,0	9,1	22,4±8,8
болезни кожи и подкожной клетчатки	21,6	39,8	90,2	47,6	36,3	47,0±12,5
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	42,1	59,8	75,2	13,6	9,1	62,4±14,3
болезни мочеполовой системы	10,5	12,0	22,6	10,2	39,3	27,3±9,7
симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицируемые в других рубриках	17,5	12,0	26,3	13,6	12,1	16,1±7,5
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних факторов	42,1	99,6	94,0	81,6	157,1	96,7±17,5

Обращает на себя внимание относительно высокая частота отдельных заболеваний в ряде классов болезней. Так, в классе болезней эндокринной системы сахарный диабет составляет 60%, в классе болезней системы кровообращения повышение давления составляет 54,2%, в классе новообразований злокачественные заболевания составляют 34,6%. Эти данные свидетельствуют о тяжести заболеваний в отдельных классах болезней персонала.

Анализ динамики изменения первичной заболеваемости персонала выявил тенденцию роста заболеваемости в период пятилетнего наблюдения (рис. 2). Рост общей заболеваемости обусловлен ростом практически всех классов болезней, но наиболее значительным, в 2,5-5,5 раза, отмечен рост по таким заболеваниям как злокачественные новообразования, болезни эндокринной системы, психические расстройства, заболевания мочеполовой системы, а также по травмам и отравлениям (табл. 3), что отражает взросление персонала с 2012 по 2016 гг. с 38,2 до 40,2 лет.

Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости персонала предприятия «ДальРАО» в 2012-2016 гг.

Таким образом, анализ первичной заболеваемости персонала предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино в 2012-2016 гг. выявил относительно высокую частоту общей первичной заболеваемости – $631,4 \pm 28,6$ на 1000 человек, а также ряд особенностей в структуре и частоте отдельных заболеваний.

Таблица 3

Частота заболеваемости персонала в 2012-2016 гг.

Заболевания, на 1000 человек	Годы		Прирост, к
	2012	2016	
Злокачественные новообразования	3,5	9,1	2,6
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	3,5	18,1	5,2
Психические расстройства и расстройства поведения	3,9	21,2	5,4
Болезни мочеполовой системы	10,5	39,3	3,7
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних факторов	42,1	157,1	3,7

Хроническая заболеваемость персонала. Хроническая заболеваемость персонала, оцениваемая по показателю отчётной статистической формы № 12 «Состоит под диспансерным наблюдением», в 2012-2016 гг. составляла 1111,4 заболеваний на 1000 человек (табл. 4). Этот показатель отражает итог процесса хронизации заболеваний – «Взято под диспансерное наблюдение с впервые установленным диагнозом» и «Снято с диспансерного наблюдения» – и наиболее адекватно отражает степень хронизации заболеваний персонала. При этом следует отметить часто встречающиеся случаи сочетания хронических заболеваний у одного человека и, следовательно, число хронических заболеваний не совпадает с числом больных.

Таблица 4

Хроническая заболеваемость работников ДВЦ «ДальРАО» за 2012-2016 гг.

Показатель	Годы наблюдения					Средняя 2012-2016, М±m
	2012	2013	2014	2015	2016	
Всего работников ДВЦ «ДальРАО»	285	251	266	294	331	285,4
Зарегистрировано заболеваний, всего	265	266	295	343	417	317,2
Заболеваемость, на 1000 человек, в том числе:	929,8	1059,8	1109,2	1166	1259,8	1111,4
некоторые инфекционные и паразитарные болезни	24,6	55,8	56,4	54,4	66,5	51,9±13,1
новообразования	35,1	51,8	30,1	44,2	42,3	40,6±11,7
из них: злокачественные новообразования	7,0	4,0	7,5	13,6	15,1	9,8±5,8
болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	3,5	-	-	17,0	24,2	16,4±7,5
болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	17,5	15,9	45,1	61,2	87,6	47,7±12,6
сахарный диабет	10,5	12,0	26,3	34,0	53,4	28,7±9,9
психические расстройства и расстройства поведения	-	4,0	11,3	3,4	45,3	17,5±7,8
болезни нервной системы	17,5	-	26,3	13,6	24,2	21,0±8,5
болезни глаза и его придаточного аппарата	136,8	51,8	52,6	15,0	18,1	54,0±13,4
болезни уха и сосцевидного отростка	10,5	12,0	7,5	44,2	45,4	25,2±9,3
болезни системы кровообращения	203,5	107,6	146,6	319,7	418,4	239,0±25,2
болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением	115,8	59,8	71,4	197,3	274,9	151,4±21,2
болезни органов дыхания	122,3	139,4	124,1	142,9	66,5	114,9±18,9
аллергический ринит (поллиноз)	-	-	-	-	-	-
болезни органов пищеварения	66,7	93,6	82,7	88,4	96,7	86,2±16,6
болезни кожи и подкожной клетчатки	28,1	39,8	-	54,4	36,3	50,5±13,0
болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	147,4	290,8	221,8	224,5	238,7	223,5±24,7
болезни мочеполовой системы	49,1	91,6	71,4	95,2	96,7	81,3±16,2
симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицируемые в других рубриках	28,1	23,9	37,6	10,2	6,0	20,3±8,4
травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних факторов	49,1	81,7	97,7	3,4	6,0	44,8±12,3

В динамике хронических заболеваний выявляется тенденция роста с 929,8 на 1000 человек в 2012 г. до 1259,8 на 1000 человек в 2016 г., что отражает изменение возрастного состава персонала: средний возраст персонала в 2012 г. составлял 38,2 лет, в 2016 г. – 40,2 лет (рис. 3).

Рис. 3. Динамика хронической заболеваемости персонала предприятия «ДальРАО» в 2012-2016 гг.

В структуре заболеваний ведущие места занимали болезни системы кровообращения с частотой $230,0 \pm 25,2$ на 1000 человек, составляя 21,5% всей заболеваемости. Второе место занимали болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани с частотой $223,5 \pm 24,7$ на 1000 человек, составляя 20,1% всей заболеваемости. Третье место с частотой $114,9 \pm 18,9$ на 1000 человек занимали болезни органов дыхания, составляя 10,3% всей заболеваемости. Таким образом, 3 ведущие класса хронических заболеваний составляют 51,9% всей хронической заболеваемости (рис. 4).

Рис. 4. Структура хронической заболеваемости персонала предприятия «ДальРАО».

Кроме того, следует отметить относительно высокую частоту хронизации болезней органов пищеварения ($86,3 \pm 16,6$ на 1000 человек), мочеполовой системы ($81,3 \pm 16,2$ на 1000 человек), глаза ($54,0 \pm 27,7$ на 1000 человек) и эндокринной системы ($47,7 \pm 12,6$ на 1000 человек), которые составляют по совокупности 26% всей заболеваемости. Таким образом, перечисленные 6 классов болезней составляют 78% всей хронической патологии.

Структура ведущих классов хронической заболеваемости отражает структуру первичной заболеваемости, где ведущими классами болезней являются болезни органов дыхания, системы кровообращения и костно-мышечной системы.

В каждом классе болезней выделяются 1-2 заболевания, составляющие основную долю хронических заболеваний. Так, в структуре хронических заболеваний органов дыхания 55% составляют хронический бронхит и обструктивная лёгочная патология, в структуре заболеваний костно-мышечной системы 61% составляют артропатии и системное поражение соединительной ткани, в структуре заболеваний системы кровообращения 77% составляют повышение кровяного давления и ишемическая болезнь сердца, в структуре эндокринных заболеваний 60% составляет диабет (табл. 5).

Таблица 5

Частота и структура первичной и хронической заболеваемости персонала в 2012-2016 гг.

Заболевания	Частота, на 1000 человек		Ведущие заболевания
	первичная заболеваемость	хроническая заболеваемость	
Болезни органов дыхания	195,5±23,0	239,0±25,3	хроническая обструктивная болезнь лёгких – 55%
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	62,4±14,0	223,5±27,7	артропатии и системное поражение соединительной ткани – 61%
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	49,1±13,0	114,9±18,9	повышение артериального давления, ишемическая болезнь – 77%
Болезни мочеполовой системы	27,9±10,0	81,3±16,2	мочекаменная болезнь, предстательная железа – 42%
Болезни органов пищеварения	22,4±9,0	86,2±16,6	язва, гастрит – 43%
Новообразования	22,8±9,0	40,6±11,7	злокачественные новообразования – 24,5%
Болезни глаза и его придаточного аппарата	14,9±7,0	54,0±27,7	катаракта, нарушения рефракции и аккомодации – 31,5%
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	14,9±7,0	47,7±12,6	диабет – 60%

Репродуктивное здоровье персонала

Данные, полученные из анкет, показывают, что у опрошенных лиц (71 человек из 103 работающих ~70%) стаж работы в ОВУТ у 62% мужчин был менее 10 лет, у 38% – от 10 до 18 лет. Возраст на начало работы в ОВУТ у 68% мужчин был старше 30 лет, у 32% – менее 30 лет.

Накопленные дозы облучения на дату обследования у 81% мужчин составляли 20-40 мЗв, а у 9% – 40-50 мЗв (табл. 6). Следует отметить, что указанные накопленные дозы облучения относятся к периоду работы персонала на данном предприятии.

Таблица 6

Общая характеристика группы персонала – мужчин, принявших участие в анкетировании

Показатель	Стаж работы в ОВУТ, годы		Возраст к началу работы в ОВУТ		Накопленная доза облучения на дату обследования, мЗв		
	до 10 лет	более 10 лет	до 30 лет	более 30 лет	до 20	20-40	41-50
Всего, чел.	44	27	23	48	45	20	6
%	62	38	32	68	63	28	9

Одним из показателей репродуктивного здоровья является фертильность. Полученные данные о фертильности мужчин персонала ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино не выявили случаев бесплодия и показали, что только 24% зачатий ребёнка реализовались в период работы их в условиях ОВУТ при накопленных дозах облучения до 20 мЗв, и что 30% деторождений приходится на возраст мужчины старше 30 лет.

Из числа опрошенных мужчин персонала в браке состояли 91,5% (65 человек), из них 95,4% (62 человека) имели детей. Бездетными были 3 семейные пары. Причиной бездетности в одной семье было бесплодие жены, в двух семьях – сознательный отказ от рождения ребёнка в данное время.

Число деторождений, само по себе, как и возраст, не является показателем репродуктивного здоровья мужчины, поскольку во многом зависят от социально-экономических условий жизни и осознанного выбора человека и семьи. Но, с точки зрения радиационной безопасности, эти показатели важны, так как в соответствии с НРБ-99/2009 [6] защищаемый репродуктивный возраст мужчин продолжается с 18 до 30 лет и, следовательно, дети, рождённые от мужчин в возрасте старше 30 лет, будут составлять группу риска в случае его работы в условиях повышенного планируемого облучения.

Всего в семьях обследованных мужчин персонала родилось 104 ребёнка, из которых 25 были зачаты в период работы мужчин в ОБУТ. Расчётные накопленные дозы на год зачатия 20 детей не превышали 10 мЗв, а 5 детей – 10-20 мЗв.

Распределение деторождений по возрастным группам мужчин выявило следующее: 70% деторождений приходится на возраст 18-30 лет и 30% деторождений – на возраст 30-50 лет.

Следовательно, потенциальную группу риска по генетическим последствиям составляют 30% детей, рождённых в семьях мужчин персонала после 30-летнего возраста.

Другим важным показателем репродуктивного здоровья является состояние рождённого потомства (новорождённых детей). С точки зрения решаемой проблемы для оценки состояния новорождённого анализировали его физическое развитие, частоту рождения с патологией, структуру патологических состояний, частоту врождённых пороков как показателя возможных генетических эффектов облучения отца, а также частоту и структуру перинатальной гибели плода.

Всего получены сведения на 23 ребёнка, родившихся в период 2012-2016 гг. Все дети родились живыми, мертворождений и ранней неонатальной смерти не было.

Объективным показателем физического развития новорождённого является масса тела. В зависимости от массы тела выделяются 3 категории новорождённых: нормального физического развития – 3000-4000 г, с малой массой (задержкой развития) – менее 3000 г и с большой массой тела – более 4000 г. Новорождённые с малой массой тела относятся к группе риска по адаптивным возможностям к внеутробной жизни.

Полученные результаты показывают, что 69,6% новорождённых имели нормальную массу тела 3000-4000 г, 21,7% имели массу менее 3000 г, 8,7% имели массу более 4000 г.

Частота рождения ребёнка здоровым составляла 39%, с патологией – 61% новорождённых. В структуре патологий у новорождённых ведущее место занимали перинатальные состояния, составляя 55,6%. Частота заболеваний, задержки внутриутробного развития (ЗВУР) и ВПР составляла соответственно 16,7%, 16,7% и 11,1%.

Заболевания и осложнения в период беременности, а также возраст женщины старше 35 лет являются материнскими факторами риска для плода и в значительной степени влияют на здоровье родившегося ребёнка. Так, в группе обследованных 52% беременных были старше 30 лет, в том числе 30% старше 35 лет, 43% – в возрасте от 20 до 30 лет и 3% – в возрасте до 20 лет. Такое распределение беременных по возрасту свидетельствует о значительном сдвиге в сторону поздно рождающих женщин [7].

Осложнения и заболевания были выявлены у 74% беременных, в структуре которых осложнения составляли 22,2%, заболевания – 77,7% всей патологии.

Возраст беременной, осложнения и заболевания в период беременности могут явиться причиной прерывания беременности. Угрозы прерывания беременности были выявлены у 26% обследованных женщин, что значительно ниже популяционных оценок.

Полученные данные о состоянии новорождённых детей в семьях персонала выявили относительно низкие показатели здоровья по сравнению с данными по РФ [7], более низким числом детей, рождающихся здоровыми 39% и 61% соответственно. Одной из возможных причин более низких показателей здоровья новорождённых является более высокая частота материнских факторов риска в группе беременных из семей персонала.

Заключая изложение данных о состоянии репродуктивного здоровья мужчин персонала ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино следует отметить следующее. Не выявлено случаев мужского бесплодия. Накопленные дозы облучения на момент деторождения у 91% мужчин находились в диапазоне 20-40 мЗв, у 9% – 41-50 мЗв.

Показатели состояния здоровья новорождённых детей в группе персонала были несколько ниже популяционных оценок: меньше число детей родившихся здоровыми (39,0%), а в структуре патологических состояний у новорождённых относительно высока частота перинатальных состояний (55,6%) и ВПР (11,1%).

Обсуждение

Впервые в сравнительном анализе показателей здоровья персонала предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино (средний возраст 40,2 лет) и взрослого населения ЗАТО Фокино (средний возраст 38,2 лет) выявлено следующее.

Общая первичная заболеваемость персонала в 2012-2016 гг. была выше заболеваемости взрослого населения ЗАТО Фокино и составляет $631,4 \pm 28,6$ и $310,3 \pm 16,8$ на 1000 человек соответственно.

Структура ведущих классов заболеваний отличается от аналогичных показателей взрослого населения ЗАТО Фокино [8]. В группе персонала 3 ведущих класса заболеваний занимают болезни органов дыхания ($195,5 \pm 23,0$ на 1000 человек), травмы и отравления ($96,7 \pm 15,3$ на 1000 человек) и болезни костно-мышечной системы ($62,4 \pm 14,3$ на 1000 человек), составляя 56,2% всей первичной заболеваемости. В группе населения первые места занимают болезни органов дыхания ($112,6 \pm 12,1$ на 1000 человек), мочеполовой системы ($38,4 \pm 6,8$ на 1000 человек) и костно-мышечной системы ($31,8 \pm 4,1$ на 1000 человек), составляя 58,6% всей первичной заболеваемости.

Кроме того, в группе персонала доля основных болезней в отдельных классах (злокачественные заболевания в новообразованиях, сахарный диабет в эндокринной системе, гипертензия в системе кровообращения) была выше, чем в группе населения: злокачественные новообразования – 34,6% и 19,7% соответственно, гипертензия – 54,2% и 41,0% соответственно, сахарный диабет – 60,0 % и 50,0 % соответственно.

В динамике пятилетнего наблюдения первичная заболеваемость персонала характеризовалась тенденцией повышения с 466,7 на 1000 человек в 2012 г. до 800,6 на 1000 человек в 2016 г., тогда как у населения этот показатель изменился незначительно, с 585,6 до 597,8 на 1000 человек, при постарении персонала с 38,2 до 40,2 лет, а населения с 32,8 до 38,2 лет.

Хроническая заболеваемость персонала (число состоящих на диспансерном учёте) в 2012-2016 гг. составляла 1111,4 заболеваний на 1000 человек в год и соответствовала первичной заболеваемости $631,4 \pm 28,6$ на 1000 человек. Эти данные свидетельствуют о высоком темпе хронизации в группе персонала ведущих классов болезней: органов дыхания, системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани.

Состояние репродуктивного здоровья мужчин персонала по показателю фертильности не имело негативных тенденций: 91,5% мужчин состояли в браке, из них 95,4% имели детей.

Вместе с тем, в семьях мужчин, работающих на предприятии ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино, меньше чем в группе населения, рождалось детей здоровыми – 39,0% и 72,1% соответственно.

В структуре патологических состояний у новорождённых в группе персонала выше была частота рождения ребёнка с ВПР – 11,1% и 5,2% в общей структуре патологий соответственно. Следует отметить, что эти оценки носят сугубо предварительный характер, поскольку в период 2012-2016 гг. число родившихся составило 23 ребёнка, и для полной достоверной информации о состоянии детей персонала требуются дальнейшие наблюдения.

Анализ показателей состояния здоровья персонала в зависимости от производственных условий труда выявил следующее:

Персонал предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино подвергается сочетанному действию хронического облучения в малых дозах и токсическому действию факторов нерадиационной природы, образующихся в ходе производственной деятельности.

Выявленная в настоящем исследовании относительно высокая частота заболеваний органов дыхания, системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани согласуется с опубликованными данными [8] о высокой заболеваемости сердечно-сосудистой системы (65% которой составляет гипертензия), бронхолёгочной системы (23% заболеваний которой составляет хронический бронхит) и аллергических заболеваний, связанных с повышенным содержанием металлов-аллергенов в организме: марганца у 78%, хрома у 97%, никеля у 6% работников (определяемых по содержанию их в волосах) [9].

Выводы

1. В процессе производственной деятельности, связанной с обращением с радиоактивными отходами, персонал предприятия ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино подвергается сочетанному воздействию хронического облучения в малых дозах (1-5 мЗв/год) и воздействию высокотоксичных химических веществ в уровнях, не превышающих ПДК.

2. Общая первичная заболеваемость персонала в 2012-2016 гг. составляет в среднем $631,4 \pm 28,6$ на 1000 человек.

3. В структуре заболеваний первые 3 места занимают заболевания органов дыхания, травмы и отравления, заболевания костно-мышечной системы.

4. Основными болезнями ведущих классов заболеваний являются: в структуре заболеваний органов дыхания – хронический бронхит и обструктивная лёгочная патология, составляющие 55% всей лёгочной патологии; в структуре заболеваний костно-мышечной системы – системные поражения соединительной ткани и артропатии, составляющие 51% всей заболеваемо-

сти; в структуре заболеваний эндокринной системы – сахарный диабет, составляющий 60% всей патологии; в структуре заболеваний системы кровообращения – повышение кровяного давления и ишемическая болезнь сердца, составляющие 76% всей патологии системы кровообращения.

5. Ведущими хроническими заболеваниями являются болезни системы кровообращения ($239,0 \pm 25,0$ на 1000 человек), костно-мышечной системы ($232,5 \pm 25,0$ на 1000 человек) и болезни органов дыхания ($114,9 \pm 19,0$ на 1000 человек) [10].

6. Получены предварительные данные (на малой выборке – 23 деторождения) о состоянии репродуктивного здоровья персонала: относительно высокая частота рождения детей нездоровыми – 61,0% и 27,9% соответственно в группе персонала и в группе населения, и относительно высокая частота ВПР – 11,1 и 5,2 на 1000 человек соответственно.

7. Характеризуя состояние здоровья персонала ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино в целом необходимо констатировать, что полученные данные по уровню заболеваемости персонала ДВЦ «ДальРАО» отд. Фокино сопоставимы с оценками здоровья персонала на других предприятиях Росатома, ничем не выделяясь на фоне этих общих оценок [11].

Литература

1. **Ахромеев С.В., Киселев С.М., Титов А.В., Серегин В.А., Шлыгин В.В., Старицкая Р.А.** Исследование радиационной обстановки на объектах ядерного наследия в Дальневосточном регионе России //АНРИ. 2016. № 1. С. 65-70.
2. **Лягинская А.М., Петоян И.М., Осипов В.А., Ермалицкий А.П., Киселев С.М., Ахромеев С.В., Ким О.Е.** Состояние здоровья населения, проживающего в районе расположения предприятия по обращению с радиоактивными отходами ДВЦ «ДальРАО» //Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2016. Т. 61, № 2. С. 30-38.
3. **Мерков А.М., Поляков Л.Е.** Санитарная статистика (пособие для врачей). М: Медицина, 1974. 384 с.
4. **Аббасов Р.Ю., Баранова В.М., Василец В.М., Довгуша А.В.** Экология при утилизации атомных подводных лодок и ее влияние на здоровье работников //Экологические проблемы утилизации АПЛ и развития ядерной энергетики в регионе: Сб. трудов международной конференции. М., 2002. С. 141-143.
5. **Каганер Ю.А., Давыдов В.И., Шушко Л.А.** Квazar-технология разделки корпусных конструкций АПЛ: экологическая чистота, безопасность, высокая производительность //Экологические проблемы утилизации АПЛ и развития ядерной энергетики в регионе: Сб. трудов международной конференции. М., 2002. С. 108-112.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. 100 с.
7. **Бодяжина В.И.** Акушерство. М.: Медицина, 1986. 331 с.
8. **Данилян А.В., Данилян В.А., Киселев В.П., Токарчук Д.Н.** Создание специализированной информационно-моделирующей системы по объектам и инфраструктуре утилизации радиационно-опасных объектов Дальневосточного региона //Экологические проблемы утилизации АПЛ и развития ядерной энергетики в регионе: Сб. трудов международной конференции. М., 2002. С. 191.
9. **Орадовская И.В., Лейко И.А., Оприщенко М.А.** Анализ состояния здоровья и иммунного статуса лиц, принимавших участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Международный журнал радиационной медицины. 2001. № 3. С. 257-264.
10. **Улумбекова Г.Э.** Здравоохранение России: итоги деятельности 2012-2016 гг. и неотложные меры в 2017-2018 гг. Приоритеты развития до 2025 г. М: «ГЭОТАР» - Медиа, 2017. 59 с.
11. **Симаков А.В., Петоян И.М., Абрамов Ю.В.** Изучение динамики состояния здоровья работников ГМЗ и УГРУ ОАО «ППГХО». Заключительный отчет. Инв. № Ц-229. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2010. 53 с.

Physical condition of employees of the enterprise for radioactive waste management of the decommissioned USSR atomic fleet

Lyaginskaya A.M., Shandala N.K., Kiselev S.M., Ermalitskiy A.P., Petoyan I.M., Kuptsov V.V., Akhromeev S.V., Shlygin V.V., Karelina N.M., Kim O.E.¹

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, FMBA of Russia, Moscow;

¹ Medical Health Unit N 100, FMBA of Russia, Fokino

The article presents data on health status of workers of the Far-East Center for radioactive waste management ("Dal'RAO", Fokino facility). General primary diseases incidence, chronic diseases prevalence and reproductive health of males working at the Fokino facility analyzed by fertility rates of the workers and the health conditions of newborns in their families, were considered in the article. During recycling of navy nuclear submarines, the workers are chronically exposed to low-level radiation (1-5 mSv/year) and highly toxic chemicals at concentration that does not exceed maximum permissible concentration. General primary diseases incidence among the employees for the period 2012-2016 was 631.4±28.6 per 1000 persons on average. Respiratory diseases, injuries and poisoning, and diseases of the musculoskeletal system take the first three places in the structure of diseases. The leading chronic diseases are disorders of the circulatory (239.0±25.0 per 1000 persons), and the musculoskeletal systems (232.5±25.0 per 1000 persons), as well as respiratory diseases (114.9±19.0 per 1000 persons). Preliminary data on the reproductive health of the personnel were obtained on a small sample of 23 childbirths: a relatively high birth rate for unhealthy children – 61.0% vs 27.9% among the general public, and a relatively high incidence of congenital malformations – 11.1 vs 5.2 per 1000, respectively.

Key words: nuclear submarines, decommissioning, personnel, FEC Dal'RAO, radioactive waste management, radiation doses, chemicals, health, diseases incidence, reproductive health, nuclear legacy.

References

1. Akhromeev S.V., Kiselev S.M., Titov A.V., Seregin V.A., Shlygin V.V., Starinskaya R.A. Issledovaniye radiatsionnoy obstanovki na ob'yektakh yadernogo naslediya v Dal'nevostochnom regione Rossii [The radiation survey of the nuclear legacy facility in Russian Far East Federal district]. *ANRY*, 2016, no. 1, pp. 65-70.
2. Lyaginskaya A.M., Petoyan I.M., Osipov V.A., Ermalitskiy A.P., Kiselev S.M., Akhromeyev S.V., Kim O.E. Sostoyaniye zdorov'ya naseleniya, prozhivayushchego v rayone raspolozheniya predpriyatiya po obrashcheniyu s radioaktivnymi otkhodami DVTS «Dal'RAO» [The health status of population living close to radioactive waste handling enterprise FEC "Dal'RAO"]. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost – Medical Radiology and Radiation Safety*, 2016, vol. 61, no. 2, pp. 30-38.
3. Merkov A.M., Polyakov L.E. Sanitarnaya statistika (posobiye dlya vrachey) [Medical manual: health statistics]. Moscow, Meditsina, 1974. 384 p.
4. Abbasov R.U., Baranova V.M., Vasilets V.M., Dovgusha A.V. Ecology of the disposal of nuclear submarines and its impact on the health status of workers. Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii [Ecological challenges in decommissioning and dismantlement of nuclear submarines and the development of nuclear power engineering in the region. Proceedings of the international conference]. Moscow, 2002, pp. 141-143.
5. Kaganer Yu.A., Davydov V.I., Shushko L.A. Quasar-technology for cutting hull structures of nuclear submarines: environmental cleanliness, safety, high efficiency. Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii [Ecological challenges in decommissioning and dismantlement of nuclear submarines and the development

Lyaginskaya A.M. – Chief Researcher, D. Sc., Biol., Prof.; Shandala N.K. – Dep. Director General, MD, Member of RSCRP; Kiselev S.M. – Head of Lab., C. Sc., Biol.; Ermalitskiy A.P. – Lead. Researcher, C. Sc., Med.; Petoyan I.M. – Head of Lab., C. Sc., Tech.; Kuptsov V.V. – Senior Researcher; Akhromeev S.V.* – Researcher; Shlygin V.V. – Engineer; Karelina N.M. – Researcher. Burnasyan FMBC, FMBA of Russia. Kim O.E. – Head of Medical Unit N 100, FMBA of Russia.

*Contacts: 46 Zhivopisnaya Str., Moscow, Russia, 123182. Tel.: 8(916) 161-37-74; e-mail: sergeyfmbs@gmail.com.

- of nuclear power engineering in the region. Proceedings of the international conference]. Moscow, 2002, pp. 108-112.
6. *Radiation Safety Standards* (RSS-99/2009): Sanitary epidemiological rules and standards SanPin 2.6.1.2523-09. Moscow, Federal Centre of Hygiene and Epidemiology Rospotrebnadzora, 2009, 100 p. (In Russian).
 7. **Bodyazhina V.I.** Akusherstvo [Midwifery]. Moscow, Meditsina, 1986. 331 p.
 8. **Danilyan A.V., Danilyan V.A., Kiselev V.P., Tokarchuk D.N.** The creating of a specialized information modeling system for sites and disposal infrastructure of radiation hazardous facilities in the Russian Far East Federal district. Sbornik trudov mezhdunarodnoy konferentsii [Ecological challenges in decommissioning and dismantlement of nuclear submarines and the development of nuclear power engineering in the region. Proceedings of the international conference]. Moscow, 2002, p. 191.
 9. **Oradovskaya I.V., Leyko I.A., Oprishchenko M.A.** Analiz sostoyaniya zdorov'ya i immunnogo statusa lits, prinyimavshikh uchastie v likvidatsii posledstviy avarii na Chernobyl'skoy AES [The analysis of health and immunological status of liquidators of Chernobyl disaster]. *Mezhdunarodnyy zhurnal radiatsionnoy meditsiny – International Journal of Radiation Medicine*, 2001, no. 3, pp. 257-264.
 10. **Ulumbekova G.E.** Zdravookhraneniye Rossii: itogi deyatel'nosti 2012-2016 gg. i neotlozhnyye mery v 2017-2018 gg. Prioritety razvitiya do 2025 g. [Public health service of Russia: bottom line of 2012-2016. Urgent action in 2017-2018. Development priorities to 2025]. Moscow, GEOTAR-media, 2017. 59 p.
 11. **Simakov A.V., Petoyan I.M., Abramov Yu.V.** Izucheniye dinamiki sostoyaniya zdorov'ya rabotnikov GMZ i UGRU OAO «PPGKHO». Zaklyuchitel'nyy otchet [Study of health dynamics of Mining and Metallurgical Plant and Priargunsky Industrial Mining and Chemical Union staff]. Final report. Moscow, Burnasyan FMBC of FMBA, 2010. 53 p.