

**И.М. Петоян, А.М. Лягинская, А.П. Ермалицкий, В.В. Купцов, Н.М. Карелина,
А.Г. Цовьянов, А.С. Самойлов**

СОСТОЯНИЕ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ МУЖЧИН ПЕРСОНАЛА КУРСКОЙ АЭС

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва. E-mail: jpeto@yandex.ru

И.М. Петоян – зав. лаб., к.т.н.; А.М. Лягинская – г.н.с., д.б.н., проф.; А.П. Ермалицкий – в.н.с., к.м.н.;
В.В. Купцов – с.н.с.; Н.М. Карелина – инженер-исследователь; А.Г. Цовьянов – зав. лабораторией;
А.С. Самойлов – генеральный директор, д.м.н., профессор РАН

Реферат

Цель: Оценить состояние репродуктивного здоровья мужчин персонала основных цехов Курской АЭС.

Материал и методы: Исследованы показатели фертильности и состояние здоровья новорожденных детей. В исследовании проанализированы данные о семейном положении 626 мужчин персонала и данные о 813 новорожденных в семьях мужчин персонала. В качестве контрольной группы использовали данные о состоянии здоровья новорожденных и беременных группы из не работающего на АЭС населения г. Курчатова. Источником информации о дозах облучения персонала служили формы единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения (ЕСКИД) № 1-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений».

Результаты: Суммарные эффективные дозы профессионального облучения персонала к концу основного репродуктивного периода (20–40 лет) не превышали 210 мЗв, что значительно ниже порога временной стерильности при длительном облучении (400 мЗв/г, МКРЗ). Отмеченные случаи бесплодных браков в семьях мужчин персонала по частоте (0,17 %) ниже оценки частоты мужского бесплодия в стране (1–2 %).

Состояние здоровья новорожденных в семьях мужчин персонала и в контрольной группе не имеет различий. Частота рождения здоровых детей составила 65,3 % в семьях мужчин персонала и 66,0 % в контрольной группе. Частота рождения детей с врожденными пороками развития составила 35,7±6,5 на 1 тыс. новорожденных, статистически ($p = 0,84$) не отличалась от частоты в контрольной группе (37,4±5,3 на 1 тыс. новорожденных) и была ниже уровня, принятого МКРЗ для расчета радиационного генетического риска (60 на 1 тыс. новорожденных). Не выявлено различий влияния материнского фактора (возраст, заболевания и осложнения в период беременности) на развитие плода и здоровье новорожденных в семьях персонала и контрольной группы.

Суммарные дозы облучения мужчин персонала к моменту зачатия детей, согласно расчетам, более чем в 98 % случаев, по-видимому, не превышали 100 мЗв, т.е. были ниже доз облучения, при которых в ряде радиационно-эпидемиологических исследований наблюдались генетические эффекты (более 100 мЗв). Вместе с тем, следует отметить, что у 25,6 % мужчин деторождения были в возрасте старше 30 лет, т.е. в возрасте, на который не распространяются дополнительные ограничения на работу с планируемым повышенным облучением.

Заключение: Не выявлено влияния профессионального облучения на репродуктивное здоровье мужчин персонала Курской АЭС.

Ключевые слова: Курская АЭС, персонал, мужчины, репродуктивное здоровье, бесплодие, новорожденные дети, состояние здоровья

Поступила: 06.07.2017. Принята к публикации: 29.11.2018

Введение

В системе радиационной безопасности основным принципом защиты человека является исключение тканевых эффектов и снижение риска стохастических эффектов до разумно приемлемого уровня. В качестве основы нормирования профессионального облучения введена величина эффективной дозы 20 мЗв в год, позволяющая учитывать стохастические эффекты [1].

Основными стохастическими радиационно-индуцированными поражениями являются канцерогенные и генетические наследственные эффекты. Канцерогенные эффекты относятся к отдаленным последствиям. Генетические эффекты – это эффекты репродуктивного возраста человека (мужчин с 18 до 30 лет и старше), возникающие вследствие облучения гонад [1].

В системе радиационной безопасности защите гонад уделяется особое внимание. Наряду с введением концепции эффективной дозы, ограничивающей риски канцерогенных и генетических эффектов, в отечественных НРБ-99/2009 [1] для мужчин репродуктивного возраста (до 30 лет) введены ограничения на работу в условиях планируемого повышенного облу-

чения для защиты будущих поколений детей от генетического риска.

Согласно Публикации № 103 МКРЗ [2], основными радиационно-индуцированными генетическими эффектами облучения гонад человека признаются мультисистемные врожденные пороки развития (ВПР) у детей, возникающие в результате множественных точечных повреждений генома половых клеток родителей.

Опубликованы данные о негативных последствиях для потомства вследствие облучения мужчин. Исследования когорт лиц, получивших относительно большие дозы облучения (ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС, работники атомной отрасли 1970–90-х гг. и др.) показали, что статистически достоверное увеличение ВПР у потомства возникает при облучении мужчин в дозах выше 100 мЗв [3–8].

Исследований состояния репродуктивного здоровья мужчин персонала АЭС до настоящего времени не проводилось, несмотря на то, что контроль и охрана репродуктивного здоровья персонала является одним из важнейших направлений как в международной системе мер радиационной безопасности, так и в отечественных нормах радиационной безопасности.

Целью настоящей работы явилась ретроспективная оценка состояния репродуктивного здоровья мужчин персонала основных цехов Курской АЭС. Курская АЭС с реакторами РБМК-1000 – одна из старейших АЭС в стране. Первый блок введен в эксплуатацию в 1976 г. В настоящее время функционируют четыре энергоблока.

Материал и методы

В качестве показателей репродуктивного здоровья человека исследовали фертильность (способность иметь детей) и состояние здоровья новорожденного потомства. Источником необходимых данных служили сведения, полученные методом опроса-анкетирования мужчин персонала по специально разработанной анкете, и медицинские данные, полученные путем выкопировки сведений из индивидуальных карт «История родов» (форма 096/у) и «История развития новорожденного» (форма 097/у) в семьях персонала.

Метод анкетирования использовали для получения сведений о семейном положении персонала мужчин. Анкета включала следующие данные: возраст, цех, стаж работы в ВУТ (вредные условия труда), семейное положение мужчины; возраст, работа на АЭС (да/нет), число неблагоприятных исходов беременностей (выкидыши, мертворождения, ранняя смерть новорожденного) женщины; дата рождения детей, наличие у детей ВПР; причины отсутствия детей (не может иметь детей жена/муж, сознательный отказ).

Всего методом анкетирования были получены сведения о семейном положении 626 мужчин, работающих в основных цехах Курской АЭС.

Метод выкопировки использовали для получения данных о состоянии здоровья новорожденных детей в семьях мужчин персонала. Выкопировки производились из индивидуальных медицинских карт «История родов» (форма 096/у) и «История развития новорожденного» (форма 097/у) за 2001–2013 гг., которые находились в архиве МСЧ-125 ФМБА России. Сбор данных проводили методом сплошной выборки.

Всего получены данные на 813 новорожденных и 803 беременных в группе персонала, а также 1284 новорожденных и 1280 беременных в контрольной группе.

Источником информации о дозах облучения персонала служили формы единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения (ЕСКИД) № 1-ДОЗ «Сведения о дозах облучения лиц из персонала в условиях нормальной эксплуатации техноген-

ных источников ионизирующих излучений» [9], по которым рассчитаны статистические характеристики распределения (средние значения и квантили) индивидуальных годовых и суммарных доз облучения, характерные для персонала Курской АЭС. Основываясь на данных о распределении индивидуальных доз облучения и данных анкетирования о стаже работы мужчин в ВУТ, оценены суммарные дозы облучения персонала за разные годы основного репродуктивного периода мужчин (20–40 лет), в котором реализуются 95–97 % деторождений, а также оценены суммарные дозы облучения у мужчин на момент зачатия детей.

Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартных методов, применяемых при анализе медико-биологических данных. Для всех показателей рассчитывали интенсивные показатели, стандартную погрешность среднего показателя, достоверность различий по группам с применением t-критерия Стьюдента, при уровне значимости $p < 0,05$ [10]. Все вычисления проводились в программном комплексе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Дозы облучения

Расчеты, основанные на распределении годовых доз облучения персонала, находившегося на индивидуальном дозиметрическом контроле в 2001–2013 гг. (среднее значение 2,8 мЗв/год, 75 % и 95 % квантили равны 3,6 и 12,0 мЗв соответственно), показывают (табл. 1), что в возрасте до 30 лет суммарные дозы за время работы в ВУТ, у 95 % персонала не превышали 50 мЗв и лишь у 5 % были выше 50 мЗв, но не достигали 100 мЗв. В возрасте 30–39 лет суммарные дозы у 83 % персонала были ниже 50 мЗв, у 11,5 % находились в диапазоне 50–100 мЗв и лишь у 5,5 % были выше 100 мЗв, но не превышали 210 мЗв.

Анализ данных по суммарным дозам облучения персонала в разные годы репродуктивного возраста (табл. 1) и данных о деторождениях в группах персонала (табл. 2), показывает, что в 90 % случаев суммарные дозы до зачатия детей, по-видимому, не превышали 50 мЗв (в том числе у 74 % – 20 мЗв), в 8 % могли находиться в пределах 50–100 мЗв и лишь у 2 % превысить 100 мЗв.

Фертильность

Данные, полученные из анкет, показывают, что из общего числа опрошенных мужчин (626 человек)

Таблица 1

Распределение персонала разных возрастных групп по суммарным дозам облучения за время работы в ВУТ

Возраст	Средний стаж работы в ВУТ (годы)*	Численность персонала (% от общего числа) с суммарными дозами, мЗв				Максимальная суммарная доза, мЗв
		< 20	20–49	50–100	> 100	
20–24	2,8	85	15	0	0	50
25–29	5,7	75	15	10	0	100
30–34	8,2	70	16	10	4	150
35–39	12,0	60	20	13	7	210
40–49	18,7	40	30	15	15	340

Примечание: * Средний стаж работы в ВУТ рассчитан по данным проведенного анкетирования

93,6 % состояли в браке и 93,2 % из них имели детей (табл. 3). Из числа состоящих в браке 6,8 % мужчин не имели детей (табл. 3).

Причинами бездетности в браке 37 человек назвали «сознательный отказ», в двух случаях – «не может иметь детей жена», и одном случае – «не может иметь детей муж» (табл. 4). Исходя из полученных сведений частота бездетных браков по причине бесплодия мужчин ниже оценки частоты мужского бесплодия в стране (1–2 %) по данным исследования [11].

Число деторождений, само по себе, как и возраст, не являются показателями репродуктивного здоровья мужчины, поскольку во многом зависят от социально-экономических условий жизни и осознанного выбора человека и семьи. Однако, с точки зрения обеспечения радиационной безопасности, эти показатели важны, так как в соответствии с НРБ-99/2009 [1] защищаемый репродуктивный возраст мужчин продолжается с 18 до 30 лет и, следовательно, дети, рожденные у мужчин в возрасте старше 30 лет, будут составлять группу риска в случае его работы в условиях планируемого повышенного и аварийного облучения в дозах свыше 100 мЗв в год.

Так, данные анкетирования показали, что 25,6 % деторождений у мужчин из персонала реализовались в возрасте старше 30 лет (табл. 2), а 38,7 % мужчин старше 40 лет (136 из 351 мужчин) стали отцами в возрасте старше 30 лет.

Состояние новорожденных

Для оценки состояния новорожденных анализировали физическое развитие, частоту рождения детей с патологиями, структуру патологических состояний и частоту ВПР как показателя возможных генетических эффектов облучения отца.

Объективным показателем физического развития новорожденного является масса тела. В зависимости от массы тела выделяются три категории: нормальное физическое развитие – 3000–4000 г, с малой массой тела – менее 3000 г и с большой массой тела – более 4000 г. Новорожденные с малой массой тела относятся к группе риска по адаптивным возможностям к внеутробной жизни. По данным отечественной статистики, частота рождения маловесных детей составляет среди доношенных детей 15 % [12]. Полученные данные показывают, что распределение новорожденных по массе тела в семьях персонала не отличалось от распределения в контрольной группе и соответствовало популяционному распределению (табл. 5).

Частоты рождения здоровых детей в группах персонала и контроля фактически не различались и составляли 65,3 и 66,0 % соответственно (табл. 6).

Сравнительный анализ частоты и структуры неблагоприятных отклонений в состоянии новорожденных в группе персонала не выявил существенных различий ($p > 0,68$) с аналогичными показателями в группе контроля (табл. 6). Частота рождений ребенка с патологией составляла 34,7 % в группе персонала и 34,0 % – в группе контроля.

Таблица 2

Распределение деторождений по возрастным группам мужчин по данным из анкет

Показатель	Возраст, годы					Всего
	< 20	20–29	30–34	35–39	40–49	
Деторождения	27	620	140	67	16	870
Удельный вес, %	3,1	71,3	16,1	7,7	1,8	100

Таблица 3

Показатели фертильности мужчин из персонала АЭС по данным анкетирования

Всего опрошено, человек	Фертильность мужчин персонала АЭС					
	Состоят в браке		Имеют детей		Не имеют детей*	
	всего	%	всего	%	всего	%
626	586	93,6	546	93,2	40	6,8

Примечание: * Из числа мужчин, состоящих в браке

Таблица 4

Причины бездетности в браке, указанные в анкетах мужчин из персонала АЭС

Состоят в браке, человек	Причины					
	Сознательный отказ		Не может иметь детей жена		Не может иметь детей муж	
	Всего	%	Всего	%	Всего	%
586	37	6,3	2	0,34	1	0,17

Таблица 5

Показатели физического развития новорожденных в семьях персонала

Группа	Масса тела, г					
	3000–4000		менее 3000		более 4000	
	Всего	%	Всего	%	Всего	%
Персонал, n = 813	604	74,3	112	13,8	97	11,9
Контроль, n = 1284	970	75,5	195	15,2	119	9,3

Таблица 6

Состояние новорожденных в семьях персонала в 2001–2013 гг.

Показатель	Персонал		Контроль	
	Всего	%	Всего	%
Всего новорожденных	813		1284	
Здоровые	531	65,3	848	66,0
С патологией, в том числе:	282	34,7	436	34,0
ЗВУР*	54	6,6	85	6,7
Заболевания	67	8,2	113	8,8
ВПР	29	3,6	48	3,7
Перинатальные состояния	140	17,2	219	17,1

Примечание: * ЗВУР – задержка внутриутробного развития

В структуре патологий у новорожденных ведущее место как в группе персонала, так и группе контроля занимали перинатальные состояния – 17,2 % и 17,1 % соответственно. Частота ВПР составляла 3,6 % (35,7±6,5 на 1 тыс.) у новорожденных в группе персонала и статистически ($p = 0,84$) не отличается от частоты ВПР (3,7 % или 37,4±5,3 на 1 тыс.) в группе контроля, а также не превышала спонтанный уровень 60 на 1 тыс. новорожденных, принятый для расчета радиационного риска [2].

Материнские факторы риска для развития плода

Заболевания и осложнения в период беременности, а также возраст беременной женщины (старше 35 лет) являются факторами риска для развития плода и здоровья новорожденного. Исключение материнских факторов риска является принципиально важным условием в оценке влияния на развитие плода отцовских факторов риска.

Исследование распределения беременных по возрастным группам показало, что основное число беременных приходится на возраст 20–30 лет: 92,6 % в группе персонала и 85,6 % в контрольной группе. На возраст 16–19 лет приходится соответственно 2,7 и 11,0 %, а на возраст старше 35 лет – 4,7 и 3,4 %. Эти данные свидетельствуют о сопоставимости возрастного распределения беременных женщин в группах персонала с контрольной группой.

Исследование осложнений и заболеваний в период беременности у женщин из группы персонала и в контрольной группе не выявило существенных различий ($p > 0,05$). Осложнения в период беременности выявлены соответственно у 61,6 и 71,0 % женщин, а заболевания в период беременности – у 29,3 и 29,6 % соответственно.

Частота угроз прерывания беременности в группе женщин из семей персонала (50,9 %) не отличалась от частоты в контрольной группе (55,4 %). В 8,9 и 7,6 % случаев соответственно беременность закончилась самопроизвольным абортom.

Заключение

Анализ полученных данных в целом показывает, что изученные показатели репродуктивного здоровья мужчин персонала не отличаются от соответствующих показателей здоровья мужчин, не работающих на АЭС (контрольной группы).

Исследование возможного влияния профессионального облучения на бесплодие как причины бездетности показало следующее. Суммарные дозы облучения к концу основного репродуктивного периода у мужчин не превышали 210 мЗв, тогда как порог временной стерильности при длительном облучении в течение многих лет составляет 400 мЗв/г. Полная стерильность наступает при дозе 2 Зв [2]. Следовательно, каких-либо оснований связывать бездетность в семьях мужчин с дозами их профессионального облучения нет. Случаи бесплодных браков в семьях мужчин персонала по частоте (0,17 %) ниже оценки частоты мужского бесплодия в стране (1–2 %).

Суммарные дозы облучения мужчин персонала к моменту зачатия ребенка в 98 % случаев, по-видимому, не превышали 100 мЗв, т.е. были ниже доз облучения, при которых наблюдались радиационные генетические эффекты (более 100 мЗв) [3–8].

Частота рождения здоровых детей составила 65,3 % в семьях персонала и 66,0 % в контрольной группе. Частота рождения детей с врожденными пороками, характеризующими возможные генетические эффекты, индуцированные облучением мужчин из персо-

нала, составляла $35,7 \pm 6,5$ на 1 тыс. новорожденных, статистически ($p = 0,84$) не отличалась от контрольной группы ($37,4 \pm 5,3$ на 1 тыс.) и была ниже уровня, принятого МКРЗ [2], для расчета радиационного риска (60 на 1 тыс. новорожденных). Не выявлено различий влияния материнского фактора (возраст, заболевания и осложнения в период беременности) на развитие плода и здоровье новорожденных в семьях персонала и контрольной группы.

Совокупность приведенных данных обуславливает отсутствие влияния профессионального облучения на репродуктивное здоровье мужчин, работающих в основных цехах Курской АЭС. Вместе с тем, следует отметить, что у 25,6 % мужчин деторождения были в возрасте старше 30 лет, т.е. в возрасте, на который не распространяются дополнительные ограничения на работу с планируемым повышенным облучением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2009. 100 с.
2. Публикация 103 Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ): Пер. с англ. Под общей ред. М.Ф. Киселева и Н.К. Шандалы. – М.: «Алана». 2009. 312 с.
3. Crow J.F. A comparison of fetal and infant death rates in progeny of radiologist // Amer. J. Roentgenol. 1955. Vol. 73. P. 467–471.
4. Sever L.E., Gilbert E.S., Hessol N.A., McIntyre J.M. A case-control study of congenital malformations and occupational exposure to low-level ionizing radiation // Amer. J. Epidemiol. 1988. Vol. 127. P. 226–242.
5. Parker L., Pearce M.S., Dickinson H.O. et al. Stillbirths among offspring of male radiation workers at Sellafield nuclear reprocessing plant // Lancet. 1999. Vol. 354. № 9180. P. 1407–1414.
6. Степанова Е.И., Скварская Е.А. Клинико-генетическая и цитогенетическая характеристика детей, родившихся у участников ликвидации последствий Чернобыльской аварии // Сб. научн. трудов. Генетические последствия чрезвычайных радиационных ситуаций. – М.: Изд-во РУДН. 2002. С. 115–116.
7. Петрушкина Н.П. Здоровье потомков (1–2 поколение) работников первого предприятия атомной промышленности производственного объединения «Маяк» (клинико-эпидемиологическое исследование). – М.: Дисс. докт. мед. наук. 2003. 371 с.
8. Лягинская А.М., Осипов В.А., Туков А.Р. и соавт. Врожденные пороки развития у потомства отцов, подвергшихся воздействию ионизирующей радиации в малых дозах // Радиация, биология. Радиоэкология. 2009. Т. 49. № 6. С. 694–702.
9. Цовьянов А.Г., Костерев В.В., Крючков В.В. и соавт. Информационно-аналитический справочник «Дозы облучения персонала организаций и населения на территориях, обслуживаемых ФМБА России и Минобороны России, в 2010 г.». – М. 2012. 86 с.
10. Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика (пособие для врачей). – М.: Медицина, 1974. 380 с.
11. Лебедев С.В. Бесплодие: реальная статистика. 2009. <http://www.probirka.org/zhenskoe-besplodie/306-besplstat.html>.
12. Керимова З.М. Внутритробная задержка роста плода. Принципы ведения беременности. – М.: Автореф. дисс. канд. мед. наук. 2002. 25 с.

Для цитирования: Петоян И.М., Лягинская А.М., Ермалицкий А.П., Купцов В.В., Карелина Н.М., Цовьянов А.Г., Самойлов А.С. Состояние репродуктивного здоровья мужчин персонала Курской АЭС // Мед. радиология и радиационная безопасность. 2019. Т. 64. № 1. С. 21–25.

DOI: 10.12737/article_5c55fb247614e5.98844114

The Reproductive Health of Male Staff of the Kursk Nuclear Power Plant

I.M. Petoyan, A.M. Lyaginskaya, A.P. Ermalitskiy, V.V. Kuptsov, N.M. Karelina,
A.G. Tsoviyanov, A.S. Samoylov

A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia. E-mail: jpeto@yandex.ru

I.M. Petoyan – Head of Lab., PhD Tech.; A.M. Lyaginskaya – General Researcher, Dr. Sci. Biol., Prof.; A.P. Ermalitskiy – Leading Researcher, PhD Med.; V.V. Kuptsov – Senior Researcher; N.M. Karelina – Research Worker; A.G. Tsoviyanov – Head of Lab.; A.S. Samoylov – Director General, Dr. Sci. Med., Prof. RAS

Abstract

Purpose: To assess the reproductive health of male staff in the main departments of the Kursk nuclear power plant (NPP).

Material and methods: The fertility and health of newborns were investigated. Data on marital status of 626 men of the staff and data about 813 newborns in families of male staff were analyzed. In the control group the data on the health status of newborns and pregnant groups of the population of Kurchatov city was used. Sources of information on doses to the personnel were the forms of a single system for monitoring and recording individual doses of radiation № 1-DOS “Information on the doses to persons in the conditions of normal operation of technogenic sources of ionizing radiation”.

Results: Total occupational doses to the end of the main reproductive period (20–40 years) did not exceed 210 mSv, which is significantly below the threshold for temporary sterility during long-term irradiation (400 mSv/year, ICRP). Cases of infertile marriages in the families of the men of the staff (0.17 %) are below the estimation of the frequency of male infertility in Russia (1–2 %).

Infant health in families of male staff and in the control group had no differences. The frequency of birth of health children was 65.3 % in families of male staff and 66.0 % for the control group. Frequency of birth of children with malformations was 35.7±6.5 per 1,000 live births and statistically ($p = 0.84$) did not differ from the frequency in the control group (37.4±5.3 per 1,000 live births) and was below the level adopted by the ICRP to calculate the radiation genetic risk (60 per 1,000 live births). There were no differences influenced by mother factors (age, diseases and complications during pregnancy) on fetal development and newborn health in families of the staff and control group.

According to the calculations, the total occupational doses to men before the conception of children for more than 98 % of cases did not exceed 100 mSv, i.e. it was below the doses (>100 mSv), for which the genetic effects were observed in the number of epidemiological studies. However, it should be noted that 25.6 % of childbirth were in families, where men were older than 30 years, i.e. at the age, which is not subject to the additional job restrictions under the planned increased exposure.

Conclusions: The impact of occupational exposure on the reproductive health status of men staff of the Kursk NPP was not identified.

Key words: Kursk NPP, male staff, reproductive health, infertility, health status, newborn children

REFERENCES

1. Radiation safety standards (RSS-99/2009): Public health regulations. Moscow: Federal Center of Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor. 2009. 100 p. (Russian).
2. ICRP Publication 103. Eds. Kiselev MF, Shandala NK. Moscow: PKF «Alana». 2009. 311 p. (Russian)
3. Crow J.F. A comparison of fetal and infant death rates in progeny of radiologist. *Amer J Roentgenol.* 1955;73:467-71.
4. Sever LE, Gilbert ES, Hessel NA, McIntyre JM. A case-control study of congenital malformations and occupational exposure to low-level ionizing radiation. *Amer J Epidemiol.* 1988;127:226-42.
5. Parker L, Pearce MS, Dickinson HO, et al. Stillbirths among offspring of male radiation workers at Sellafield nuclear reprocessing plant. *Lancet.* 1999;354(9180):1407-14.
6. Stepanova EI, Skvarkaya EA. Clinical-genetic and cytogenetic characteristics of children born to liquidator of the Chernobyl accident. Collection of research papers “Genetic consequences of emergency radiation situations”. Moscow: Publ. RUDN. 2002. P. 115-6. (Russian).
7. Petrushkina NP. Health of children (1-2 generation) of workers of the first atomic industry Production Association “Mayak” (clinical and epidemiological study). Moscow: Dr. Sci. Med. Diss. 2003. 371 p. (Russian).
8. Lyaginskaya AM, Tukov AR, Osipov VA, et al. Congenital malformation at posterity of the liquidators of the consequences of Chernobyl accident. *Radiation biology. Radioecology.* 2009;49(6):694-702. (Russian).
9. Tsoviyanov AG, Kosterev VV, Kyuchkov VV, et al. Information-analytical reference book “Doses to personnel of organizations and the population in the areas served by the FMBA of Russia and the Russian Ministry of Defense in 2010”. Moscow. 2012. 86 p. (Russian).
10. Merkov AM, Polyakov LE. Sanitary statistics (manual for physicians). Moscow. Medicine. 1974. 384 p. (Russian).
11. Lebedev SV. Infertility: real statistic. 2009. <http://www.probirka.org/zhenskoe-besplodie/306-besplstat.html> (Russian).
12. Kerimova ZM. Intrauterine growth retardation. Principles of pregnancy. Moscow: Abstract of diss. to PhD Med. Sci. 2002. 25 p. (Russian).

For citation: Petoyan IM, Lyaginskaya AM, Ermalitskiy AP, Kuptsov VV, Karelina NM, Tsoviyanov AG, Samoylov AS. The Reproductive Health of Male Staff of the Kursk Nuclear Power Plant. *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2018;63(3):21-25. (Russian).

DOI: 10.12737/article_5c55fb247614e5.98844114