

**СТРУКТУРА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И ФУНКЦИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ У НАСЕЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСОБЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НАГРУЗОК**

Ярослав Витальевич Поровский<sup>1</sup>, Тамара Николаевна Бодрова<sup>1</sup>, Федор Федорович Тетенев<sup>1</sup>,  
Алексей Владимирович Дубаков<sup>1</sup>, Александра Юрьевна Диш<sup>2</sup>, Наталья Геннадьевна Иванова<sup>1</sup>,  
Антон Евгеньевич Невдах<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный медицинский университет, Томск, ректор – д.м.н., проф. О.С. Кобякова;

<sup>2</sup>Светленская районная больница, гл. врач – к.м.н. И.Г. Андреев; <sup>3</sup>НИИ кардиологии, Томск,  
и.о. директора – чл.-корр. РАН С.В. Попов)

**Резюме.** В диагностике заболеваний легких, кондуктивные и респираторные отделы которых имеют наибольшую площадь поверхности в организме взаимодействующую с внешней средой, особое значение приобретают исследования, направленные на оценку их функционального состояния и возможного вклада выявленных изменений в структуру заболеваемости населения в экологически неравноценных районах страны. Цель исследования – изучить структуру заболеваемости, функцию внешнего дыхания (ФВД) у жителей населенных пунктов, подверженных влиянию Сибирского химического комбината (СХК). В период с 1995 по 1998 гг. и повторно с 2010 по 2014 гг. проведен анализ структуры заболеваемости у 146 жителей п. Наумовки, д. Георгиевки Томского района и п. Самуски (ЗАТО Северск), расположенных вблизи СХК. У 20 табакокурящих мужчин и 16 некурящих женщин (основная группа) указанных поселков изучена вентиляционная и диффузионная способность легких. Среди жителей населенных пунктов, кроме высокой заболеваемости сердечно-сосудистой системы, выявлена большая частота встречаемости патологии органов пищеварения и случаев смерти от злокачественных новообразований легких. У мужчин основной группы и группы сравнения (также курящих, но проживающих вне зоны влияния СХК) вентиляционные показатели (ВП) и показатели общей диффузионной способности легких (ТLCO), диффузионной способности легких на единицу объема (ТLCO/Va) были в одинаковой степени ниже, чем в контрольной группе (некурящих, проживающих вне зоны влияния СХК). Вероятно, это было обусловлено влиянием курения, которое перекрывало результат воздействия малых доз ионизирующего излучения на бронхолегочную систему. Диффузионная способность легких скорректированная по гемоглобину (ТLCOc) у мужчин основной группы была меньше показателя группы контроля. У женщин основной группы ВП были в пределах нормы, ТLCO, ТLCO/Va и ТLCOc снижены по сравнению с контролем (женщины, проживающие вне зоны влияния СХК). Таким образом, диффузионные расстройства были наиболее нарушенным компонентом респираторной функции легких, вероятно, за счет развития периальвеолярного фиброза, по-видимому, обусловленного спецификой радионуклидного поражения легких.

**Ключевые слова:** заболеваемость населения проживающего на радиационно загрязненных территориях, Сибирский химический комбинат, вентиляционная и диффузионная способность легких, радионуклидная пневмопатия.

**THE STRUCTURE OF MORBIDITY AND LUNG FUNCTION IN A POPULATION WITH LONG TERM EXPOSURE TO SPECIFIC ENVIRONMENTAL CONDITIONS**

Ya. V. Porovsky<sup>1</sup>, T.N. Bodrova<sup>1</sup>, F.F. Tetenev<sup>1</sup>, A.V. Dubakov<sup>1</sup>, A. Yu. Dish<sup>2</sup>, N.G. Ivanova<sup>1</sup>, A.E. Nevdakh<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Medical University, Tomsk; <sup>2</sup>Svetlenskaya district hospital, Tomsk;

<sup>3</sup>Research Institute for Cardiology, Tomsk, Russia)

**Summary.** Conductive and respiratory parts of lungs are the largest surface area in the body interacting with the external environment. For this reason, in the diagnosis of diseases of the lungs, a large importance have studies aimed at assessing their functional status and the possible contribution of detected changes in the structure of morbidity in the ecologically unequal parts of the country. Aim of this study is to examine the structure of morbidity and lung function (LF) in a population of settlements, who are exposed to the Siberian Chemical Combine (SCC). Materials and methods. An analysis of morbidity structure in 146 settlers of Naumovka and Georgievka of Tomsky district and Samuski (Closed City Seversk), located near the SCC was performed in the period from 1995 to 1998 and repeatedly from 2010 to 2014. Ventilation and diffusing capacity of the lungs was studied in 20 smoking men and 16 non-smoking women from these settlements (study group). Results. Among the residents of these settlements, except for the high incidence of cardiovascular system disease, the high frequency of occurrence of the digestive system diseases and mortality from lung cancer have been revealed. In men of the study group and the comparisons group (smoking, but living outside the area of influence of the SCC) ventilation parameters (VP), indicators of total lung diffusion capacity (TLCO), lung diffusion capacity per unit of volume (TLCO / Va) were equally lower than in men of the control group (non-smokers who live outside the influence of the SCC). This was probably due to the influence of smoking, which overlaps the effect of low dose ionizing radiation on the bronchopulmonary system. The lung diffusion capacity corrected for hemoglobin (TLCOc) in men of the main group is less than in the control group. In women of the study group VP are within normal limits, TLCO, TLCO/Va and TLCOc are lower than in the control group (women living outside the influence of the SCC). Conclusion. Diffusion disorders are the most disturbed component of the lung respiratory function, probably because of the development of perialveolar fibrosis, apparently due to the specifics of the radionuclide lung injury.

**Key words:** morbidity of settlers of the radiation contaminated territories, the Siberian Chemical Combine, ventilation and diffusion lung capacity, radionuclide pneumopathy.

Контроль за поступлением радиоактивных веществ в организм человека был и остается наиболее значимым в проблеме радиационной защиты населения, проживающего вблизи расположения предприятий атомной промышленности. Это обусловлено тем, что радиоактивные вещества способны накапливаться в организме, перераспределяться в тканях, достигая в отдельных органах уровней, которые мо-

гут оказаться небезопасными для здоровья [14]. Это, прежде всего, относится к такому долгоживущему радионуклиду, как плутоний-239, биологическое действие которого на организм человека, несмотря на многолетние исследования, до конца не изучено [11,15,19].

По данным Международного Агентства по Атомной Энергии (МАГАТЭ), в результате аварии на радиохимиче-

ском заводе Сибирского химического комбината (СХК) в 1993 году произошел выброс в атмосферу 30 ТБк радионуклидов-продуктов деления ядерного топлива, а также 6 ГБк плутоний-239, что привело к загрязнению территорий лежащих к северо-востоку от комбината [37,38]. Населенным пунктом, оказавшимся в пределах радиоактивного следа аварии, стала д. Георгиевка Томского района. Кроме этого, произошло радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных угодий – 743 га пашни, 248 га сенокосов и 139 га пастбищ, которые входили в земли предприятия «Сибиряк» с центральной усадьбой, расположенной в п. Наумовке [10,18]. В пробах снега и почвы были обнаружены радионуклиды: ниобий-95, цирконий-95, рутений-106, плутоний-239, а также следы радионуклидов предыдущих выбросов: цезия-137, стронция-90 [39].

Широкомасштабная оценка радиозоологической ситуации по всей зоне влияния СХК привела к принципиально важному выводу, что радиационная обстановка в ней определяется, прежде всего, многолетними санкционированными выбросами в атмосферу и сбросами в поверхностные воды. Среднее загрязнение почв цезием-137 в данном районе превышает активность глобальных выпадений в 7 раз, а плутонием – в 4 раза [18]. В отношении населения п. Самусь (ЗАТО Северск), расположенного ниже СХК по течению р. Томи, дано заключение, что облучение носит длительный и постоянный характер [35,40].

Результаты исследований свидетельствуют, что наиболее тяжелыми последствиями поступления альфа-излучателя плутония являются плутониевый пневмоклероз и злокачественные новообразования (ЗНО) лёгких, скелета и печени [3,25]. В тоже время исследователи расходятся в оценке вклада в поглощенную в лёгких дозу плутония, локализованного в депо фиксации – очагах интерстициального склероза [13,24]. Это обстоятельство вносит значительную неопределенность в прогнозирование риска последствий ингаляционного поступления плутония даже в незначительных количествах.

В связи с тем, что переработка уже существующего плутония-239, по-видимому, будет продолжаться [9], а также вероятность поступления ингаляционным путем соединений плутония при вторичном пылеобразовании, обусловленном естественными процессами ветрового подъема и деятельностью людей на радиационно загрязненных территориях, актуально исследование функции внешнего дыхания (ФВД) у жителей населенных пунктов, находящихся вблизи СХК.

Цель исследования: изучить структуру заболеваемости, ФВД (вентиляционную и диффузионную способность легких) у жителей населенных пунктов, подверженных влиянию производственной и аварийной деятельности СХК.

### Материалы и методы

В период с 1995 по 1998 гг. обследовано 146 (115 мужчин и 31 женщина) жителей Наумовки, Георгиевки и Самусь, из них 81 при госпитализации в клинику пропедевтики внутренних болезней СибГМУ и 65 – составом врачебных бригад на фельдшерском пункте п. Наумовка. Повторно анализ структуры заболеваемости проведен за последние 5 лет (в период с 2010 по 2014 гг.) у 80 ранее обследованных жителей п. Наумовка по обращаемости в поликлинику Светленской районной больницы. Информация о жизненном статусе субъектов, включенных в исследование, в том числе, о ЗНО и причине смерти устанавливалась на основании сведений, имеющих в районной поликлинике.

Исследование ФВД (показателей вентиляции и диффузионной способности легких) проведено в этой группе пациентов (основная группа) у 20 курящих мужчин, средний возраст которых составил  $45,7 \pm 2,5$  лет (12 – жители п. Наумовка, 8 – п. Самусь) и 16 некурящих женщин, средний возраст –  $43,1 \pm 4,2$  года (11 – жителей п. Наумовка, 3 – п. Самусь, 2 – п. Георгиевка). Все мужчины и женщины пп. Георгиевка, Наумовка, Самусь выполняли работы в совхозе «Сибиряк», судостроительном заводе (механизаторы, трактористы, водители, доярки, зоотехники, строители). Критерии включения в группу – длительное проживание в перечисленных населенных пунктах, наличие своих огородов, что повышало вероятность ингаляционного поступления радионуклидов, установленное повышение уровня микрогемоглобина (в среднем на 68,7%) в Т-лимфоцитах периферической крови, цитогенети-

ческого признака, считающегося маркером радиационного воздействия [36].

Группы сравнения и контроля для показателей ФВД состояли соответственно из табакокурящих и здоровых некурящих мужчин аналогичного основной группе возраста, проживающих на территориях, не подвергающихся влиянию СХК. Для сравнения показателей ФВД некурящих женщин основной группы исследовали практически здоровых некурящих женщин, проживающих вне зоны влияния СХК (группа контроля).

Показатели ФВД определяли в общей клинической лаборатории с помощью универсальной бодикамеры «Masterlab Pro ERICH JAEGER» (Германия). Изучали минутный объем дыхания (МОД), структуру общей емкости легких (ОЕЛ): жизненную емкость легких (ЖЕЛ), функциональную остаточную емкость (ФОЕ), остаточный объем лёгких (ООЛ), объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФВ1); показатели петли поток-объем: пиковую объемную скорость (ПОС), максимальную объемную скорость ( $МОС_{25}$ ,  $МОС_{50}$ ,  $МОС_{75}$ ), бронхиальное сопротивление (Rtot). Полученные результаты выражали в процентах к должным величинам [8].

Диффузионную способность легких определяли методом, рекомендованным Европейским респираторным обществом, – с помощью трансфер-фактора при однократной задержке дыхания (single breath method) с использованием монооксида углерода (TLCO) [26,34]. Дополнительно, кроме показателя общей диффузии, определяли отношение TLCO к альвеолярному объему ( $TLCO/VA$ ) – «удельную диффузию» или диффузионную способность на единицу объема и диффузию, скорректированную по гемоглобину (TLCOc).

Все пациенты в соответствии с Хельсинской декларацией по правам человека были уведомлены о целях и задачах исследования и подписали информированное согласие на проведение исследования.

Статистическую обработку полученных данных проводили помощью пакета программ Statistica 6.0 for Windows (StatSoft Ins., США). Результаты исследования представлены в виде  $M \pm m$ , где M – среднее арифметическое выборочной совокупности, m – ошибка среднего арифметического. Сравнение средних показателей проводили непараметрическим методом Манна-Уитни. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы  $p$  принимался равным 0,05.

### Результаты и обсуждение

В структуре заболеваемости лиц, проживающих в зоне влияния СХК, обследованных в начале наблюдения, в 25 (32%) случаях диагностирована патология сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ИБС), 21 (26%) – органов пищеварения (хронический холецистит, хронический гастрит, язвенная болезнь желудка и ДПК), 14 (17%) – лёгких (хронический бронхит), 8 (10%) – опорно-двигательного аппарата (деформирующий артроз, остеохондроз позвоночника), 7 (9%) – мочевыделительной системы (хронический пиелонефрит, МКБ) и 5 (6%) – крови (железодефицитная анемия).

По состоянию на весну 2015 г. исследованная нами когорта включала сведения о жизненном статусе за период 2010-2014 гг. 80 жителей п. Наумовка, находившихся ранее на стационарном лечении в СибГМУ. Из них 14 человек сменили место жительства, 12 – умерли, и по 14 жителям поликлиника не имела данных (не обращались за медицинской помощью). Из остальных 40 жителей п. Наумовка, обратившихся в поликлинику в качестве основного заболевания, в 16 (40%) случаях зарегистрирована патология сердечно-сосудистой системы (ИБС, гипертоническая болезнь), 15 (37,5%) – патология органов пищеварения (хронический холецистит, панкреатит, гастроудоденит, гепатит) и 9 (22,5%) – патология бронхолегочной системы (бронхит, бронхиальная астма). В 35 (87%) случаях заболевания перечисленных систем сочетались с патологией опорно-двигательного аппарата и реже – 5 (13%) – мочевыделительной системы (нефрит, МКБ).

За период 2010-2014 гг. по данным поликлиники районной больницы выявлено 8 ЗНО, из них в 2 (25%) случаях установлено ЗНО легких, 2 (25%) – почек и мочевого пузыря, 2 (25%) – матки и по одному случаю ЗНО молочной железы и кожи (12,5% и 12,5% соответственно). За рассмотренный

период летальный исход произошел в двух случаях от ЗНО легких.

Таблица 1

Показатели вентиляционной функции легких у мужчин (M ± m)

Показатели	Основная группа (n = 20)	Группа сравнения (n = 12)	Контрольная группа (n = 10)
ЖЕЛ (%)	111,7±4,1	113,4±5,2	112,3±3,6
ОФВ <sub>1</sub> (%)	104,4±7,9*	100,6±3,1**	116,2±3,7
МОД (л/мин)	11,7±2,2**	10,9±1,8*	8,8±1,6
ПОС (%)	106,3±2,6	109,4±4,0	126,1±2,3
МОС <sub>25</sub> (%)	91,15±6,1*	92,4±4,6*	117,4±6,2
МОС <sub>50</sub> (%)	73,4±3,5*	64,6±4,9**	105,5±9,5
МОС <sub>75</sub> (%)	49,3±3,4*	39,6±4,1**	79,4±4,7
ОЕЛ (%)	108,8±8,2	111,1±4	104,1±7,5
ООЛ (%)	108,6±2,6	114,7±3,2	96,3±9,9
ФОЕ (%)	109,5±2,8	109,6±3,9	101,5±2,4
R tot (%)	58,6±2,5	58,2±1,2	54,5±1,9

Примечание: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01 уровень статистической значимости различий по сравнению с контрольной группой.

При исследовании ФВД вентиляционные показатели у мужчин основной группы и группы сравнения статистически значимо не различались (табл. 1). ОФВ<sub>1</sub> в основной группе и группе сравнения был ниже показателя контрольной группы, но оставался в пределах нормы. В обеих группах МОД был выше, а показатели пелги поток-объем ниже, чем в контрольной группе. Снижение МОС<sub>25</sub>, МОС<sub>50</sub> достигало I степени, а МОС<sub>75</sub> – II степени. ОЕЛ и ее составляющие, Rtot были сопоставимы и не отличались от таковых в контрольной группе.

Таблица 2

Показатели вентиляционной функции легких у женщин (M ± m)

Показатели	Основная группа (n = 16)	Контрольная группа (n = 9)
ЖЕЛ (%)	112,1 ± 4,5	117,9 ± 5,3
ОФВ <sub>1</sub> (%)	107,6 ± 9,2	111,6 ± 10,0
МОД (л/мин)	9,6 ± 1,1*	8,2 ± 0,7
ПОС (%)	100,1 ± 5,1	106,8 ± 5,6
МОС <sub>25</sub> (%)	98,6 ± 4,8	106,3 ± 4,7
МОС <sub>50</sub> (%)	81,3 ± 3,8	90,9 ± 7,8
МОС <sub>75</sub> (%)	66,9 ± 2,1	67,8 ± 1,9
ОЕЛ (%)	109,3 ± 13,6	111,7 ± 13,4
ОО (%)	114,6 ± 2,4	100,3 ± 2,5
ФОЕ (%)	108,0 ± 4,3	97,8 ± 2,5
R tot (%)	69,7 ± 8,4	58,8 ± 9,3

Примечание: \* p < 0,05 уровень статистической значимости различий по сравнению с контрольной группой.

У женщин основной группы установлено увеличение МОД, другие вентиляционные показатели не отличались от показателей в контрольной группе (табл. 2).

Показатели общей диффузионной способности легких (TLCO), удельная диффузия (TLCO/VA) у мужчин основной группы статистически значимо не отличались от показателей мужчин группы сравнения и были ниже этих показателей

Показатели диффузионной способности легких (TLCO), удельной диффузии (TLCO/VA), диффузионной способности легких скорректированной по гемоглобину (TLCOc) мужчин и женщин (M ± m)

Показатели	Мужчины			Женщины	
	Основная группа (n=15)	Группа сравнения (n=12)	Контрольная группа (n=10)	Основная группа (n=11)	Контрольная группа (n=9)
TLCO, ммол/мин/кПа	9,59±0,42**	10,31±0,42*	11,74±0,50	8,22±0,38**	10,83±0,47
TLCO/VA, ммол/мин/кПа/L	1,36±0,07*	1,44±0,05*	1,63±0,06	1,52±0,07*	1,79±0,05
TLCOc, ммол/мин	9,81±0,55*	10,37±0,40	11,81±0,49	8,53±0,38**	10,67±0,49

Примечание: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01 уровень статистической значимости различий по сравнению с контрольной группой.

группы контроля, в тоже время диффузионная способность легких, скорректированная по гемоглобину (TLCOc), была ниже показателя группы контроля (табл. 3).

Дополнительно уменьшение у мужчин основной группы TLCOc по сравнению с контролем свидетельствует о нарушении диффузии через альвеолярно-капиллярные мембраны и исключает снижение TLCO вследствие внелегочных причин изменений концентрации гемоглобина.

Показатели TLCO, TLCO/VA, TLCOc у женщин основной группы были ниже по сравнению с таковыми в группе контроля (табл. 3).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о высокой частоте патологии сердечно-сосудистой системы у проживающих в 30 км зоне влияния СХК, обследованных в 1995-1998 гг. и обратившихся за медицинской помощью в последние 5 лет. Это соответствует заболеваемости взрослого населения (старше 18 лет) в целом по Российской Федерации [6]. В то же время обращает внимание высокий процент заболеваемости органов пищеварения у жителей обследованных поселков, установленный при госпитализации в клинику и по обращаемости в поликлинику районной больницы (26% и 37,5% соответственно), тогда как болезни органов пищеварения у населения Российской Федерации в целом составляет менее 9% [6].

Данные поликлиники в период 2010-2014 гг. свидетельствуют о высокой заболеваемости и смертности от ЗНО у жителей обследованных поселков, что соответствует результатам проведенных ранее исследований. Так, по сведениям Томского областного онкологического диспансера и базы данных лаборатории эпидемиологии НИИ онкологии СО РАМН онкологическая заболеваемость в населенных пунктах, расположенных в северном и северо-восточном направлении от комбината, выше, чем в контрольных районах, расположенных к югу (п. Победа, Шегарского района) и юго-западу (п. Лоскутово, Томского района) от СХК [22]. За 1993-2006 гг. в 6 населенных пунктах Наумовского поселкового совета, расположенных в 30-км зоне действия СХК с наветренной стороны (с. Наумовка, д. Надежда, с. Петропавловка, д. Георгиевка, д. Бобровка, д. Михайловка), в структуре онкологической заболеваемости мужского населения лидирующие позиции занимают ЗНО легких (на которые приходится четверть всех больных мужчин) и рак желудка. У женщин на первом месте в структуре онкологической заболеваемости находится рак молочной железы (25,0%), по 12,5% приходится на рак желудка, печени и тела матки. Среди мужского населения преобладающей причиной смерти явились рак легкого (23,5%) и желудка (17,6%), среди женщин наибольшая смертность выявлена от рака печени (28,6%). В структуре причин смерти в Российской Федерации, напротив, ЗНО занимают второе место (15,4%), уступая болезням системы кровообращения (53,2%) [6]. Длительное наблюдение за заболеваемостью населения Алтайского края выявило взаимосвязь рака легкого с испытанием ядерных зарядов на Семипалатинском полигоне [32].

Установлено, что по степени опасности канцерогенные факторы, с которыми связана повышенная смертность от рака легкого в когорте персонала основного производства объединения «Маяк» (г. Озерск), располагаются в порядке убывания следующим образом: табакокурение, внутреннее облучение легких плутонием, внешнее гамма-облучение [25].

Для корректной оценки радиогенного риска плутония у исследованного нами населения необходимы дополнительные данные и исследования, используемые в радиобиологических протоколах. Ими являются прижизненное измерение плутония по уровню его естественной экскреции с мочой, определение величины накопленной дозы в легких, сравнение полученных показателей заболеваемости и смертности с по возрасту показателями заболеваемости и смертности (в том числе от ЗНО органов вторичного депонирования – печень и скелет), характеризующих «фоновые» значения в исследуемой когорте, при отсутствии воздействующих факторов – радиогенного и курения. Наибольшие трудности

Таблица 3

могут возникнуть относительно индивидуальных дозиметрических измерений. Вероятно поэтому даже для расширенной когорты персонала основных предприятий ядерного цикла России – Сибирского химического комбината, Горно-химического комбината и Производственного объединения «Маяк» отсутствуют данные о дозах инкорпорированного плутония, полученные единым унифицированным методом, что делает невозможной в настоящее время оценку риска от плутония в объединенной когорте [12].

Исследование ВФЛ является основным методом диагностики патологии легких в практической медицине. Причин для этого несколько: процедура не обременительна для больного, при ней отсутствует дополнительная лучевая нагрузка на организм человека, помогает спланировать дальнейшее обследование и лечение.

При определении показателей вентиляции у мужчин и женщин основной группы величина ЖЕЛ, характеризующая рестриктивные изменения, была в пределах нормы. Вентиляционные показатели ОФВ<sub>1</sub>, петли поток-объем, отражающие проходимость бронхов у мужчин основной группы и группы сравнения были в одинаковой степени снижены по сравнению с таковыми в контрольной группе, в то же время у мужчин обеих групп бронхиальное сопротивление (R<sub>tot</sub>), которое не зависит от внелегочных причин и более точно характеризует обструктивный паттерн при функциональном тестировании, было в пределах нормы.

У женщин основной группы, показатели вентиляции не отличались от аналогичных в контрольной группе, за исключением повышения МОД. Повышение МОД могло быть обусловлено увеличением работы дыхания, что связано с возрастанием других легочных сопротивлений, которые не определялись данным методом исследования. Так снижение растяжимости легких было выявлено у некурящих жителей д. Георгиевка при изучении механических свойств легких [27]. Этот показатель является ранним, доклиническим признаком рестриктивных изменений в легких при еще нормальной ЖЕЛ.

Измерение диффузионной способности легких обычно проводят на втором этапе оценки ФВД после спирографии, пневмотахометрии и определения структуры легочных объемов. Установлена большая информативность исследования диффузионной способности легких по отношению показателей спирографии у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС [21,29], работников, имевших профессиональный контакт с аэрозолями плутоний-239 [2].

Выделяют две основные причины снижения TLCO: уменьшение площади диффузионной поверхности и возможности альвеолярно-капиллярного барьера обеспечить должную эффективность диффузии (мембранный компонент). Выделение мембранного компонента снижения TLCO представляет большие методические сложности. К настоящему времени Европейским респираторным обществом приняты правила стандартизации измерения TLCO. Для этого создано специальное оборудование [26].

Отсутствие изменений в интегральных показателях вентиляции легких (ЖЕЛ, ОЕЛ), величине бронхиального сопротивления (R<sub>tot</sub>) у мужчин и женщин основной группы по отношению к показателям контроля, позволяет исключить патологические процессы легких, протекающие с рестриктивными или обструктивными изменениями, приводящими к снижению площади диффузионной поверхности и уменьшению TLCO, TLCO/Va.

К снижению TLCO и TLCO/Va приводят интерстициальные заболевания легких, при которых увеличивается толщина альвеолярно-капиллярной мембраны. Они подразделяются на системные заболевания с поражением легких и заболевания, при которых первично поражаются легкие, в том числе и радиационный фиброз [17,26].

Патофизиологический механизм, ограничивающий диффузию газов в легких, детально можно изучать с помощью морфологических методов исследования, как это сделано, например, при трансбронхиальной биопсии у работников Горно-химического предприятия [4], диагностике аэрозольных радионуклидных пневмопатий у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС [29]. С позиции функциональной диагностики задача врача состоит в определении наличия снижения TLCO. При сопоставлении с другими показателями это позволяет высказать гипотезу о причине

ее снижения.

Загрязнение окружающей среды вблизи СХК происходит в результате как плановых (штатных), так и аварийных газо-аэрозольных выбросов и сбросов сточных вод, содержащих радионуклиды [7,16,23,33]. За весь период деятельности на комбинате произошло более 30 аварийных инцидентов, причем пять из них (включая аварию 1993 года) относятся к третьему уровню по международной шкале событий на атомных станциях и квалифицируются как серьезные происшествия. Анализ пространственного распределения заболеваемости населения области показал, что она выше в районах, расположенных в северо-восточном направлении, в преобладающем движении воздушных потоков со стороны СХК по сравнению с жителями зон контроля [1,20,28].

Плутоний (Pu) – второй искусственно полученный элемент, который дал начало так называемым трансуранным элементам, входящим в группу актиноидов, т.е. элементов, обладающих радиоактивностью. На момент своего открытия в природе элемент не встречался. На сегодняшний день известно 15 (с учетом ядерных изомеров) изотопов Pu. Долгожителями (T<sub>1/2</sub> > 1000 лет) среди них являются <sup>244</sup>Pu, <sup>242</sup>Pu, <sup>241</sup>Pu, <sup>239</sup>Pu и <sup>240</sup>Pu альфа-активные нуклиды. Именно этим определяется высокая потенциальная опасность Pu для живых организмов.

Достоверная открытая информация о степени загрязненности района расположения СХК плутонием в настоящее время отсутствует, однако в образцах почвенно-растительного покрова, донных отложениях были обнаружены концентрации плутония, значительно превышающие уровни глобальных выпадений [7,16,23].

Эквивалентная доза облучения на легкие зависит от ряда факторов: растворимости соединений плутония, их естественной миграцией в почвах, величины аэрозольных частиц при вдыхании – активного медианного аэродинамического диаметра (АМАД), а также определяется различной радиочувствительностью отделов дыхательного тракта [19,24].

Проведенный в этом направлении анализ литературы (75 источников) показал, что на коэффициенты вторичного подъема аэрозолей долгоживущих альфа-активных нуклидов в нормальных климатических условиях на открытой местности влияет плотность поверхностного загрязнения, тип и структура почвы, дисперсность частиц, характер поверхности, механические и тепловые вмешательства. Концентрации радионуклидов за счет ветрового подъема могут значительно превышать «фоновые» при ветрах со скоростью более 15 метров в сек., повышая тем самым «фоновые» концентрации не только локально загрязненной территории, но и за ее пределами [30]. Количество «бурных» ветров (со скоростью 15 м/с и более, длительностью более 2 мин.) за последние 30-35 лет в Западной Сибири увеличилось на 30% [5].

Исследование пяти стационарных участков, расположенных в пределах 10-км зоны Чернобыльской АЭС, отличающихся агрохимическими показателями и уровнем радиационного загрязнения, показали тенденцию к росту уровня радиационного загрязнения в некоторых образцах почвы за 5-летие (по состоянию на 1992 год) кислоторастворимых соединений плутония [31].

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости учета многих факторов для определения лучевой нагрузки на легкие в условиях длительного проживания людей на радиационно-загрязненных территориях. Ситуация усложняется тем, что большая часть исследований, посвященных эффектам радиационного воздействия незначительно превышающего радиационный фон – «в малых дозах», в настоящее время страдает от недостатка дозиметрических данных и недостаточной точности в установлении диагнозов. Это не позволяет прямо использовать эти исследования для оценок радиационного риска.

Экспериментальные и клинические исследования, свидетельствуют о том, что одним из наиболее значимых неопухольных эффектов в легких при инкорпорации плутония является радиационный пневмофиброз. Результаты биокинетических и дозиметрических моделей продемонстрировали значительную неравномерность облучения органов дыхания при ингаляции плутония и неопределенность поглощенной дозы в легких, обусловленную активностью плутония зафиксированного в склерозированной легочной ткани – в так называемом депо фиксации плутония, что может быть значи-

мым в формирующейся структуре заболеваний и их исходов у исследованных нами лиц.

Проведенное нами исследование лиц, проживающих на радиационно-загрязненных территориях, показало:

1. Стабильно высокую заболеваемость сердечно-сосудистой системы и увеличение заболеваемости органов пищеварения и некоторую тенденцию к большему уровню смертности от ЗНО.

2. У мужчин основной группы и группы сравнения ВП и показатели TLCO, TLCO/Va были в одинаковой степени ниже, чем в контрольной группе. Вероятно, это было обусловлено влиянием курения, что перекрывало результат воздействия малых доз ионизирующего излучения на бронхолегочную систему. У женщин основной группы ВП были в пределах нормы.

3. Диффузионные расстройства оказались наиболее нарушенным компонентом респираторной функции у мужчин и женщин основной группы: TLCOс у мужчин и TLCO, TLCO/Va, TLCOс у женщин были снижены по сравнению с контролем, вероятно, за счет развития периферического фиброза.

4. Длительное проживание в непосредственной близости от СХК, данные по радиационной обстановке на территории, установленный высокий уровень цитогенетической нестабильности у обследованных лиц позволяет предположить, что подобный характер диффузионных нарушений может быть обусловлен спецификой радиационного, в частности, радионуклидного поражения легких.

Малочисленность представленных групп позволяет с осторожностью экстраполировать полученные результаты на всех жителей населенных пунктов. Полученные данные могут быть ценным источником информации для выработки подходов при оценке вклада поглощенной дозы в легких в облучение организма от наиболее экологически опасного радионуклида. Наблюдение должно быть продолжено с использованием данных заболеваемости по обращаемости, онкологической смертности, результатов обследования выездных бригад врачей-специалистов, а также сопоставления функциональных легочных тестов с индивидуальным измерением всех действующих источников внешнего и внутреннего излучения.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Исследователи несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность главному врачу ОГАУЗ «Светленская районная больница» И.Г. Андрееву за содействие при выполнении работы.

**Декларация о финансовых и иных взаимодействиях.** Авторы самостоятельно участвовали в разработке концепции, дизайна исследования и написании рукописи. Авторы не получали гонорар за исследование.

**Работа поступила в редакцию:** 26.11.2015 г.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адищева Н.И., Матковская Т.В., Климов В.В. Влияние радиационно-химического загрязнения среды на здоровье и иммунитет // Клиническая иммунология и аллергология. – 2005. – Т. 5. №3. – С.518.
2. Беляева З.Д., Окладникова Н.Д. Влияние плутония-239 и курения на показатели функции внешнего дыхания // Вопросы радиационной безопасности. – 2003. – №3. – С.67-73.
3. Буддаков Л.А., Любчинский Э.Р., Москалев Ю.И., Нифатов А.П. Проблемы токсикологии плутония. – М.: Атомиздат, 1969. – 368 с.
4. Бархина Т.Г., Али-Риза А.Э., Самсонова М.В. и др. Патоморфологические особенности сосудов микроциркуляторного русла стенки бронхов у работников горно-химического предприятия // Бюл. эксп. биологии и медицины. – 2001. – Т. 132. №10. – С.459-463.
5. Волкова Е.С., Мельник М. А., Фузелла Т. Ш. К оценке природных опасностей для сферы аграрного природопользования южной тайги и западной Сибири // Фундаментальные исследования. – 2014. – №12. – С.153-157.
6. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2014. – 129 с. – URL: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/programs/doklad-o-sostoyanii-zdorovya-naseleniya-i-organizatsii-zdravoohraneniya-po-itogam-deyatelnosti-organov-ispolnitelnoy-vlasti-subektov-rossiyskoy-federatsii-za-2014-god>
7. Иванов А.Б., Герасимов Ю.С., Носов А.В. Основные результаты исследования радиоэкологической обстановки в районе г. Томск-7 после аварии на СХК // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы международной конференции. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С.290-293.
8. Исследование функции аппарата внешнего дыхания. Основы клинической физиологии дыхания: учебное пособие / Ф.Ф. Тетенов, Т.Н. Бодрова, К.Ф. Тетенов и др. – 2-е изд., доп. и испр. – Томск: Печатная мануфактура, 2008. – 164 с.
9. Коняшкин В.А., Зубков Ю.Г. Мокс-программа на Сибирском химическом комбинате. Дорога в будущее? Или путь в никуда? 2-е изд., перераб. и доп. – Томск: Дельтаплан, 2004. – 88 с.
10. Крупные радиационные аварии / Под ред. Л.А. Ильина и В.А. Губанова. – М., 2001. – 752 с.
11. Кузнецова И.С. Оценка канцерогенного риска в органах неосновного депонирования плутония // Вопросы радиационной безопасности. – 2001. – №4. – С.39-51.
12. Краткий отчет об итогах научно-практической дея-

тельности Южно-уральского института биофизики за 2013 год. Озерск. – 2014. – URL: <http://pandia.ru/text/79/142/91051.php>

13. Левкина Е. В. Количественная оценка микрораспределения плутония в органах основного депонирования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2012. – 26 с.

14. Москалев Ю.И. Радиобиология инкорпорированных радионуклидов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 264 с.

15. Маслюк А.И., Богданов И.М., Симоненко П.Д. Особенности формирования доз внутреннего облучения персонала плутониевого производства Сибирского химического комбината // Бюллетень сибирской медицины. – 2005. – Т. 4. №2. – С.124-127.

16. Меркулов В.Г., Глухов Г.Г., Резчиков В.Н. Использование пылеаэрозольных выпадений для радиационного мониторинга окружающей среды // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы международной конференции. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С.464-467.

17. Неклюдова Г.В., Черняк А.В. Клиническое значение исследования диффузионной способности легких // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2013. – №4. – С.54-59.

18. Назаренко С.А., Попова Н.А., Назаренко Л.П., Пузырев В.П. Ядерно-химическое производство и генетическое здоровье. – Томск: Печатная мануфактура, 2004. – 272 с.

19. Окладникова Н.Д., Кудрявцева Т.И., Беляева З.Д. Плутониевый пневмосклероз, итоги многолетнего медицинского наблюдения // Вопросы радиационной безопасности. – 2000. – №1. – С.42-49.

20. Попов А.Я. Сравнительная характеристика заболеваний среди населения проживающего в сельской местности на территориях, расположенных в северо-восточном и северо-западном направлениях от г. Томска // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: Материалы международной конференции. – Томск: Изд-во ТПУ, 1996. – С.334-337.

21. Поровский Я.В., Завадовская В.Д., Тетенов Ф.Ф., Огородова Л.М. Изменения регионарной перфузии легких у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС // Пульмонология. – 2009. – №2. – С.70-73.

22. Писарева Л.Ф., Одинцова Л.Н., Бояркина А.П. и др. Заболеваемость и смертность от злокачественных новообразований населения, проживающего в зоне влияния сибирского химического комбината // Сибирский онкологический журнал. – 2009. – №6. – С.28-36.

23. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. – Томск: ТПУ, 1997. – 384 с.

24. Романов С. А. Микрораспределение плутония в легких как основа коррекции дозиметрических моделей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Озерск, 2003. – 25 с.

25. Сокольников М. Э. Оценка канцерогенного риска в органах основного депонирования плутония-239 при ингаляционном поступлении промышленных соединений радионуклида: Автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. – Москва, 2004. – 48 с.

26. Стандартизация легочных функциональных тестов. Европейское общество угля и стали // Пульмонология. – 1993. – Прил. – С.5-44.

27. Тетевнев К.Ф., Поровский Я.В. Механика дыхания у практически здоровых людей, проживающих в зоне воздействия малых доз радиации // Материалы международной научной конференции, посвященные 100-летию Политехнического Университета «Новые подходы к оценке влияния малых доз радиации на человека». – Томск, 1996. – С.117.

28. Тетевнев Ф.Ф., Рыжов А.И., Поровский Я.В. Эволюция допустимых доз ионизирующего излучения и значение аварии 1993 года на Сибирском химическом комбинате в облучении населения // Бюллетень сибирской медицины. – 2008. – Т. 7. №4. – С.104-110.

29. Чучалин А.Г., Черняев А.Л., Вуазен К. Патология органов дыхания у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС. – М.: Грантъ, 1998. – 272 с.

30. Щербаклова Л.М. Вторичный подъем и ветровой перенос аэрозолей над загрязненной территорией // IV Международный симпозиум «Урал атомный, Урал промышленный». – Екатеринбург, 1997. – С.94.

31. Шуктомова И.И. Динамика мобильных форм изотопов плутония в почвенных разновидностях 10-км зоны Чернобыльской АЭС. IV Международный симпозиум «Урал атомный, Урал промышленный». – Екатеринбург, 1997. – С.91.

32. Шойхет Я.Н., Лазарев А.Ф. Рак легкого в Алтайском крае и некоторые вопросы его взаимосвязи с испытанием ядерных зарядов в атмосфере // Пульмонология. – 1993. – №3. – С.85-90.

33. Экологический мониторинг: состояние окружающей среды Томской области в 2003 г. / Под ред. А.М. Адама, О.Г. Нехорошева, Д.В. Волостнова. – Томск: Дельтаплан, 2004. – 204 с.

34. Cotes J.E., Chinn D.J., Quanjer P.H., et al. Standardization of the measurement of transfer factor (diffusing capacity) // European Respiratory Journal. – 1993. – Vol. 6. №16. – P.41-52.

35. Gauthier-Lafaye F., Pourcelot L., Eikenberg J., et al. Radioisotope contaminations from releases of the Tomsk-Seversk nuclear facility (Siberia, Russia) // Journal of environmental radioactivity. – 2008. – Vol. 99. №4. – P.680-693.

36. Ilyinskikh N.N., Ilyinskikh I.N., Porovsky Ya.V., et al. Biodosimetry result obtained various cytogenetic methods and electron spin resonance spectrometry among in habitants of radionuclide contaminated area around the Siberian Chemical Plant (Toms-7) // Mutagenesis. – 1999. – Vol. 14. №5. – P.473-478.

37. Porfiriev B.N. Environmental aftermath of the radiation accident at Toms-7 // Environmental Management. – 1996. – Vol. 20. №1. – P.25-33.

38. Shershakov V.M., Vakulovski S.M., Borodin R.V., et al. Analysis and prognosis of radiation exposure following the accident at the Siberian chemical combine Toms-7 // Radiation protection dosimetry. – 1995. – Vol. 59. №2. – P.93-126.

39. Tcherkezian V., Galushkin B., Goryachenkova T., et al. Forms of contamination of the environment by radionuclides after the Toms accident (Russia, 1993) // Journal of environmental radioactivity. – 1995. – Vol. 27. №2. – P.133-139.

40. The radiological accident in the reprocessing plant at Tomsk / Int. Atom. Energy Agency. – Vienna: Int. Atom. Energy Agency, 1998. – 77 p.

## REFERENCES

1. Adishcheva N.I., Matkovskaya T.V., Klimov V.V. Effect of radiochemical pollution on health and immunity // Klinicheskaya immunologiya i allergologiya. – 2005. – Vol. 5. №3. – P.518. (in Russian)

2. Belyayeva Z.D., Okladnikova N.D. Influence of plutonium-239 and smoking on lung function // Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti. – 2003. – №3. – P.67-73. (in Russian)

3. Buldakov L.A., Lyubchinskiy E.R., Moskalev YU.I., Nifatov A.P. Problems of plutonium Toxicology. – Moscow: Atomizdat Publ., 1969. – 368 p. (in Russian)

4. Barkhina T.G., Ali-Riza A.E., Samsonova M.V., et al. Pathological features of microvasculature vessels of the bronchial wall of employees of mining and chemical plant // Bulletin Eksperimentalnoy Biologii i Meditsiny. – 2001. – Vol. 132. №10. – P.459-463. (in Russian)

5. Volkova E.S., Mel'nik M.A., Fuzella T.S.H. Assessment of natural hazards to the scope of agricultural nature management and southern taiga of western Siberia // Fundamental'nyye issledovaniya. – 2014. – №12. – P.153-157. (in Russian)

6. Report about the state of health of the population and health organizations on the basis of the executive bodies of subjects of the Russian Federation for 2014. 129 p. [http://www.rosminzdrav.ru/ministry/programs/doklad-o-sostoyanii-zdorovya-naseleniya-i-organizatsii-zdravoohraneniya-po-itogam-deyatelnosti-organov-ispolnitelnoy-vlasti-subektov-rossiyskoy-federatsii-za-2014-god]. (in Russian)

7. Ivanov A.B., Gerasimov YU.S., Nosov A.V. Basic results of research of the radioecological situation in the region of Tomsk-7 after the accident at SCC // Radioactivity and radioactive elements in human environment: Materials of international conference. – Tomsk: TPU Publ., 1996. – P.290-293. (in Russian)

8. Research of external breathing apparatus function. Fundamentals of Clinical Physiology of respiration: a tutorial / F.F. Tetenev, T.N. Bodrova, K.F. Tetenev, et al. – 2-nd ed. – Tomsk: Pechatnaya manufaktura Publ., 2008. – 164 p. (in Russian)

9. Konyashkin V.A., Zubkov Yu.G. MOKS-program at the Siberian Chemical Combine. The road to the future? Or a road to nowhere. – 2-nd Ed. – Tomsk: Del'taplan Publ., 2004. – 88 p. (in Russian)

10. Large radiation accidents / Ed. L.A. Il'ina, V.A. Gubanova. – Moscow, 2001. – 752 p. (in Russian)

11. Kuznetsova I.S. Evaluation of the carcinogenic risk in organs of the minor deposit of plutonium // Vopr. radiats. bezopasnosti. – 2001. – №4. – P.39-51. (in Russian)

12. A brief report on the results of scientific and practical activities of the Southern Urals Biophysics Institute for 2013. – Ozersk, 2014. [http://pandia.ru/text/79/142/91051.php]. (in Russian)

13. Levkina E.V. Quantitative assessment of microdistribution of plutonium in the organs of the main deposit: Dis. Cand. biol. Sci. – Moscow, 2012. – 26 p. (in Russian)

14. Moskalev Yu.I. Radiobiology of incorporated radionuclides. – Moscow: Energoatomizdat Publ., 1989. – 264 p. (in Russian)

15. Maslyuk A.I., Bogdanov I.M., Simonenko P.D. Features of formation of internal exposure doses of personnel plutonium production Siberian Chemical Plant // Bulletin Siberskoj Meditsiny. – 2005. – Vol. 4. №2. – P.124-127. (in Russian)

16. Merkulov V.G., Glukhov G.G., Rezchikov V.N. Use of dust aerosol precipitation for environmental radiation monitoring // Radioactivity and radioactive elements in human environment: Materials of international conference. – Tomsk: TPU Publ., 1996. – P.464-467. (in Russian)

17. Neklyudova G.V. Chernyakov A.V. The clinical significance of the study of the lung diffusion capacity // Atmosfera. Pul'monologiya i allergologiya. – 2013. – № 4. – P.54-59. (in Russian)

18. Nazarenko S.A., Popova N.A., Nazarenko L.P., Puzyrev V.P. Nuclear and chemical production and genetic health. – Tomsk: Pechatnaya manufaktura Publ., 2004. – 272 p. (in Russian)

19. Okladnikova N.D., Kudryavtseva T.I., Belyayeva Z.D. Plutonium pulmonary fibrosis, results of long-term medical monitoring // Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti. – 2000. – №1. – P.42-49. (in Russian)

20. Popov A.Y. Comparative characteristics of the disease among the population living in rural areas in the territories located in the north-east and north-west of the city of Tomsk // Radioactivity and radioactive elements in human environment: Materials of international conference. – Tomsk: TPU Publ., 1996. – P.334-337. (in Russian)

21. Porovskiy Ya.V., Zavadovskaya V.D., Tetenev F.F., Ogorodova L.M. Changes in regional lung perfusion in liquidators of the Chernobyl accident // Pul'monologiya. – 2009. – №2. – P.70-73.

(in Russian)

22. *Pisareva L.F., Odintsova L.N., Boyarkina A.P. et al.* Morbidity and mortality from malignant neoplasms of the population living in the zone of influence of the Siberian Chemical Plant // *Sibirskij Onkologicheskij Zhurnal*. – 2009. – №6. – P.28-36. (in Russian)

23. *Rikhvanov L.P.* General and regional problems of radioecology. – Tomsk: TPU Publ., 1997. – 384 p. (in Russian)

24. *Romanov S. A.* Microdistribution of plutonium in the lungs as a basis for correction of dosimetric models: Thesis PhD (Biology). – Ozersk, 2003. – 25 p. (in Russian)

25. *Sokol'nikov M. E.* Assessment of carcinogenic risk in the organs of the main deposit of plutonium-239 in the inhalation of industrial compounds radionuclide: Thesis DSc (Medicine). – Moscow, 2004. – 48 p. (in Russian)

26. Standardization of pulmonary function tests. The European Coal and Steel Community // *Pul'monologiya*. – 1993. – Suppl. – P.5-44. (in Russian)

27. *Tetenev K.F., Porovsky Ya.V.* The mechanics of breathing in healthy people living in the zone of influence of small doses of radiation // Materials of international scientific conference devoted to the 100th anniversary of the Polytechnic University "New approaches to assessing the impact of small doses of radiation on the human". – Tomsk, 1996. – P.117. (in Russian)

28. *Tetenev F.F., Ryzhov A.I., Porovskiy Ya.V.* Evolution of permissible doses of ionizing radiation and the value of 1993 accident at the Siberian Chemical Combine in the exposure of the population // *Bulleten Siberskoj Meditsiny*. – 2008. – Vol. 7. №4. – P.104-110. (in Russian)

29. *Chuchalin A.G., CHernyayev A.L., Vuazen K.* Respiratory diseases in liquidators of the Chernobyl accident. – Moscow: Grant Publ., 1998. – 272 p. (in Russian)

30. *Shershakov V.M., Vakulovski S.M., Borodin R.V., et al.* Analysis and prognosis of radiation exposure following the accident at the Siberian chemical combine Tomsk-7 // *Radiation protection dosimetry*. – 1995. – Vol. 59. №2. – P.93-126. (in Russian)

31. *Shuktomova I.I.* The dynamics of mobile forms of plutonium isotopes in the soil varieties of 10-km zone around

the Chernobyl nuclear power plant. International Symposium "Ural Atomic, Ural Industrial". – Yekaterinburg, 1997. – P.91. (in Russian)

32. *Shoykhet Ya.N., Lazarev A.F.* Lung cancer in the Altai region, and some questions of its relationship with the nuclear tests in the atmosphere // *Pul'monologiya*. – 1993. – №3. – P.85-90. (in Russian)

33. Ecological monitoring of the environmental situation of the Tomsk region in 2003. / Ed. A.M. Adam, O.G. Nekhoroshev, D.V. Volostnov. – Tomsk: Del'taplan Publ, 2004. – 204 p. (in Russian)

34. *Cotes J.E., Chinn D.J., Quanjer P.H., et al.* Standardization of the measurement of transfer factor (diffusing capacity) // *European Respiratory Journal*. – 1993. – Vol. 6. №16. – P.41-52.

35. *Gauthier-Lafaye F., Pourcelot L., Eikenberg J., et al.* Radioisotope contaminations from releases of the Tomsk-Seversk nuclear facility (Siberia, Russia) // *Journal of environmental radioactivity*. – 2008. – Vol. 99. №4. – P.680-693.

36. *Ilyinskikh N.N., Ilyinskikh I.N., Porovsky Ya.V., et al.* Biodosimetry result obtained various cytogenetic methods and electron spin resonance spectrometry among in habitants of radionuclide contaminated area around the Siberian Chemical Plant (Tomsk-7) // *Mutagenesis*. – 1999. – Vol. 14. №5. – P.473-478.

37. *Porfiriev B.N.* Environmental aftermath of the radiation accident at Tomsk-7 // *Environmental Management*. – 1996. – Vol. 20. №1. – P.25-33.

38. *Shershakov V.M., Vakulovski S.M., Borodin R.V., et al.* Analysis and prognosis of radiation exposure following the accident at the Siberian chemical combine Tomsk-7 // *Radiation protection dosimetry*. – 1995. – Vol. 59. №2. – P.93-126.

39. *Tcherkezian V., Galushkin B., Goryachenkova T., et al.* Forms of contamination of the environment by radionuclides after the Tomsk accident (Russia, 1993) // *Journal of environmental radioactivity*. – 1995. – Vol. 27. №2. – P.133-139.

40. The radiological accident in the reprocessing plan at Tomsk / Int. Atom. Energy Agency. – Vienna: Int. Atom. Energy Agency, 1998. – 77 p.

#### Информация об авторах:

Поровский Ярослав Витальевич – д.м.н., профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней, 634050, г. Томск, Московский тр. 2, e-mail: porovs@sibmail.com; Бодрова Тамара Николаевна – д.м.н., профессор кафедры пропедевтики внутренних болезней; Тетенев Федор Федорович – д.м.н., профессор, заведующий кафедрой пропедевтики внутренних болезней; Дубаков Алексей Владимирович – к.м.н., врач отделения функциональной диагностики; Диш Александра Юрьевна – к.м.н., заместитель главного врача по медицинской части; Иванова Наталия Геннадьевна – к.м.н., заведующий отделением; Невдах Антон Евгеньевич – врач анестезиолог-реаниматолог.

#### Information About the Authors:

Porovsky Yaroslav Vital'yevich – Doctor of Medical Sciences Professor, Department of Internal Medicine Propaedeutics, Siberian State Medical University, 2 Moskovsky trakt, Tomsk, 634055, e-mail: porovs@sibmail.com; Bodrova Tamara Nikolayevna – Doctor of Medical Sciences Professor, Department of Internal Medicine Propaedeutics, Siberian State Medical University; Tetenev Fedor Fedorovich – Doctor of Medical Sciences Professor, Head of Department of Internal Medicine Propaedeutics, Siberian State Medical University; Dubakov Aleksey Vladimirovich – Candidate of Medical Sciences, Doctor of functional diagnostics department of Siberian State Medical University; Dish Aleksandra Yur'yevna – Candidate of Medical Sciences, Deputy Chief Physician for Treatment, the Regional State Autonomic Health Institution "Svetlenskaya District Hospital"; Ivanova Nataliya Gennad'yevna – Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Paid Services, Siberian State Medical University; Nevдах Anton Evgen'yevich – Anesthesiologist, Department of Anaesthesiology and Intensive Care, Research Institute for Cardiology.