

УДК 615.9: 613.632

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БИОМОНИТОРИНГА СТОЙКИХ ТОКСИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*М. В. Чащин, В. П. Чащин, А. В. Мельцер, А. В. Кузьмин, О. О. Варшавская,
В. Н. Федоров, Н. В. Ерастова, Н. В. Большакова, Р. Ш. Лачинов*

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова,
Санкт-Петербург, Россия

MODERN METHODS OF BIOMONITORING OF PERSISTENT TOXIC COMPOUNDS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

*M. V. Chashchin, V. P. Chashchin, A. V. Melzer, A. V. Kuzmin, O. O. Varshavskaya,
V. N. Fedorov, N. V. Erastova, N. V. Bolshakova, R. Sh. Lachinov*

North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, St. Petersburg,
Russia

© Коллектив авторов, 2017 г.

Статья посвящена актуальным вопросам организации и проведения наблюдения за содержанием стойких токсичных веществ в биологических средах с целью контроля их уровня и недопущения негативных последствий для здоровья населения, подвергающегося их воздействию в Арктической зоне Российской Федерации. Цель исследования — научное обоснование критериев оценки и методов биомониторинга химических веществ, которые могут быть использованы в программах государственного социально-гигиенического мониторинга. Задачи исследования включали: анализ содержания стойких токсичных веществ в крови населения; разработку рекомендаций по обоснованию приоритетов государственной программы социально-гигиенического мониторинга для Арктической зоны Российской Федерации. Полученные результаты исследования показали недостаточную эффективность существующих программ, позволили разработать предложения по совершенствованию систем мониторинга, включению в нее перечня новых показателей и изменению структуры, формированию в ней единого информационного пространства в целом для всех субъектов, географически входящих в состав Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

Ключевые слова: морская медицина, стойкие токсичные вещества, биологический мониторинг, социально-гигиенический мониторинг.

The article is addressed to topical issues of organizing and conducting monitoring of the concentration of persistent toxic substances in human blood with a view to controlling their level and avoiding negative health effects of the population exposed to them in the Arctic zone of the Russian Federation. The purpose of the study was the scientific substantiation of evaluation criteria and methods for biomonitoring of chemicals that can be used in programs of state social and hygienic monitoring. The objectives of the study included: analysis of persistent toxic substances in the blood of the population; Development of recommendations on justifying the priorities of the state program of social and hygienic monitoring for Arctic. The results of the research showed insufficient effectiveness of existing programs, allowed to develop proposals for improving monitoring systems, including a list of new indicators and changing the structure, forming a single information space in general for all regions of the Russian Arctic.

Key words: marine medicine, persistent toxic substances, biomonitoring of chemicals, programs of state social and hygienic monitoring.

DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-3-94-101>

В результате изменения климата планеты, к которому Арктика оказалась наиболее чувствительна, интенсификации традиционной хозяйственной деятельности в ряде полярных районов, связанная с таянием арктических льдов и открытием морского торгового пути через моря Северного Ледовитого океана, стали стремительно нарастать экологические, медицинские и социальные проблемы, без решения которых эффективное развитие арктических территорий невозможно [1]. По итогам выполненных в последние годы отечественных и международных научных исследований установлено, что особую проблему в арктических районах представляют: распространение зоонозных инфекций и паразитарных заболеваний с Юга на Север, нарастающее ухудшение качества питьевой воды, негативные последствия алкоголизации населения, выраженные высоким уровнем преждевременной смертности и самоубийств, высокая скорость накопления радиоактивных и стойких химических загрязнений в экосистемах, включая экосистемы морей и океанов, возрастающая роль поллютантов в контаминации промысловых видов рыб и животных, являющихся частью пищевой цепи человека, и связанный с этим высокий риск их вредного воздействия на здоровье населения [1–3]. К числу известных последствий такого воздействия относятся повышенная частота возникновения злокачественных новообразований, заболеваний эндокринной и иммунной систем, репродуктивных нарушений, что, в конечном счете, оказывает существенное влияние на ухудшение основных демографических показателей, снижение трудоспособности и качества жизни населения, увеличивает затраты на оказание медицинской помощи [4–6].

Очевидно, что тяжесть возможных последствий интенсификации хозяйственной деятельности в Арктике требует от государственной системы здравоохранения отдельной оценки и внесения изменений в национальные системы мониторинга. Стоит отметить, что некоторые системы мониторинга созданы и успешно функционируют в ряде государств-членов Арктического Совета (Дания-Гренландия, Канада, Норвегия), однако структура факторов риска, а также природно-климатические и социально-экономические условия в российской части Арктики существенно отличаются, что предопределяет необходимость разработки научно обоснованных современных методов мониторинга

и оценки здоровья, которые впоследствии могли быть использованы с целью повышения эффективности государственной системы социально-гигиенического мониторинга или создания новой, в полной мере учитывающей эти различия и особенности. С другой стороны, выделение Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) как субъекта развития экономики страны, схожесть воздействующих на человека факторов определяют необходимость изменения региональных подходов государственной системы социально-гигиенического мониторинга и включения в нее АЗРФ в качестве отдельного субъекта наблюдения.

Цель: научное обоснование использования современных методов мониторинга содержания стойких токсичных веществ в биологических средах организма человека для программ наблюдения за объектами среды обитания человека в Арктике.

Задачи: анализ содержания стойких токсичных веществ в крови населения; разработка рекомендаций по обоснованию приоритетов государственной программы социально-гигиенического мониторинга для Арктической зоны Российской Федерации.

Материалы и методы. В качестве методологической основы исследования были выбраны методы, принятые в эпидемиологии, в том числе метод наблюдения за когортой [7]. Для изучения влияния стойких токсичных веществ на состояние здоровья населения в качестве базового протокола принят стандартный протокол АМАП (Программы арктического мониторинга и оценки загрязнений в Арктике), модифицированный для российских условий ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Минздрава России. Этот протокол включал количественное определение в биологических жидкостях организма человека (кровь, сыворотка крови) следующих классов стойких высокотоксичных соединений и их метаболитов: полихлорированные бифенилы (ПХБ) — конгенеры № 28 (31), 52, 99, 101, 105(132), 118, 128, 138 (163), 153, 156, 170, 180, 183 и 187; гексахлорбензол (ГХБ); гексахлорциклогексаны (ГХЦГ): α , β , γ ; группа ДДТ (2,4-ДДЕ; 4,4-ДДЕ; 2,4-ДДД, 4,4-ДДД; 2,4-ДДТ, 4,4-ДДТ); хлорданы: оксихлордан; транс-хлордан; цис-хлордан; транс-нонахлор; цис-нонахлор; гептахлор, дильдрин; токсафены (Par 26; Par 50; Par 62); мирекс; тяжелые металлы: ртуть, свинец, кадмий. По итогам

тщательного анализа и с учетом имеющихся в распоряжении проекта ресурсов в качестве объектов исследования настоящей НИР было выбрано коренное население, проживающее в двух районах: нижнее течение реки Печоры (Ненецкий АО) и Чукотский полуостров (Чукотский автономный округ).

Количественный анализ хлорорганических соединений проводился методом газовой хроматографии с регистрацией детектором по захвату электронов (ECD). Дополнительно выполнялся анализ методом GC-МС образцов с аномальным составом поллютантов или их аномально высокими концентрациями для подтверждения наличия определяемых веществ. Для анализа использовался тот же очищенный экстракт, что и при выполнении измерений методом GC-ECD. Количественную оценку содержания галогенорганических соединений (пестицидов, ПХБ, токсафенов) проводили методом абсолютной калибровки по целевым компонентам и внутреннему стандарту, который добавлялся в пробу перед пробоподготовкой. Рутинный анализ проводили с использованием измерительной системы, состоящей из хроматографа Fisons Mega-2 с детектором ECD800 и программно-аппаратного комплекса обработки хроматографической информации Мультихром-1.4 и хроматографа Кристалл-2000М с детектором по захвату электронов, автосамплером и комплексом обработки хроматографической информации Хроматек Аналитик

1.21. Масс-спектрометрический анализ проводили с использованием измерительной системы, состоящей из газового хроматографа Fisons 8060 и масс-спектрометра MD800 в режиме электронного удара (70eV). Управление работой системы, регистрация масс-спектров и их обработка производилась с использованием программного пакета MassLab1.3 и библиотеки хлорорганических соединений NIST. Все использованные растворители очищали дополнительной перегонкой. Все использованные для анализа газы имели чистоту не менее 5–0. Все использованные для калибровки стандартные растворы хлорорганических пестицидов и ПХБ — производства Ultra Scientific (США), сертифицированы ISO 9001. Измерения концентраций ртути, свинца и кадмия в образцах проводились на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Квант-Z-ЭТА» (Россия) при включенном зеемановском корректуре фона.

Результаты и их обсуждение. Важным компонентом всех мониторинговых систем, способствующих эффективной оценке состояния популяционного и индивидуального здоровья человека, является биологический мониторинг. На его основе в период с 2001 по 2015 г. впервые были установлены уровни основных экологических загрязнений, содержащихся в крови коренного населения АЗРФ (табл. 1–3). В целом в российской части Арктики средние уровни содержания большинства СТВ (стойких токсичных

Таблица 1

Средние концентрации некоторых СТВ в крови мужчин Чукотского и Ненецкого автономного округа за период 2001–2002 и 2009–2010 гг. (мкг/л)

Вещества	Чукотский автономный округ		Ненецкий автономный округ	
	2001–2002	2009–2010	2001–2002	2009–2010
ПХБ (сумма)	6,56±2,29 (0,91–6,33)	5,49±2,95 (0,48–7,91)	1,84±0,95 (0,55–4,03)	1,45±1,02 (0,21–5,16)
ДДТ (сумма)	3,52±1,52 (1,45–5,41)	1,84±1,45 (1,09–3,75)	1,72±0,84 (0,63–3,51)	0,76±0,54 (0,19–2,22)*
4,4 ДДТ	0,21±0,12 (0,11–0,83)	0,18±0,10 (0,05–3,39)	0,19±0,08 (0,03–0,40)	0,09±0,05 (0,04–0,25)
4,4 ДДЕ	2,21±1,68 (0,83–5,58)	1,28±1,04 (0,36–4,07)	1,46±1,00 (0,50–3,11)	0,71±0,48 (0,19–2,02)**
ГХБ	2,53±2,15 (0,46–11,93)	2,91±2,00 (0,55–9,76)	0,88±0,64 (0,26–2,39)	0,67±0,22 (0,18–1,83)
ГХЦГ (сумма)	2,61±1,61 (1,30–6,36)	3,60±1,50 (2,16–9,13)	0,19±0,01 (0,00–0,67)	0,06±0,03 (0,02–0,53)
Хлорданы	1,30±1,01 (0,05–4,41)	5,06±3,74 (3,03–15,80)	0,14±0,09 (0,02–0,43)	0,05±0,04 (0,00–0,56)

* Различия статистически значимы, $t=2,502 \Rightarrow CI>95\%$, $p<0,05$; ** различия статистически значимы, $p<0,001$. Статистически значимые различия приведены для сравниваемых между собой временных периодов наблюдения.

Таблица 2

Средние концентрации некоторых СТВ в крови женщин Чукотского и Ненецкого автономного округа за период 2001–2002 и 2009–2010 гг. (мкг/л)

Вещества	Чукотский автономный округ		Ненецкий автономный округ	
	2001–2002	2009–2010	2001–2002	2009–2010
ПХБ (сумма)	2,10±1,32 (1,57–2,76)	3,63±1,79 (2,25–6,97)	2,12±1,69 (0,91–6,33)	1,96±1,06 (0,48–7,91)
ДДТ (сумма)	1,51±0,46 (1,08–2,29)	1,3±0,52 (0,98–2,12)	1,86±0,97 (0,21–8,03)	1,61±1,05 (0,26–7,39)
4,4 ДДТ	0,15±0,09 (0,10–0,22)	0,07±0,03 (0,05–0,15)	0,17±0,08 (0,03–1,62)	0,12±0,08 (0,04–1,60)
4,4 ДДЕ	1,96±1,48 (1,28–2,77)	1,25±0,99 (0,93–1,97)	0,57±0,15 (0,00–6,40)	1,29±0,57 (0,14–6,19)
ГХБ	0,29±0,09 (0,15–0,54)	1,91±1,28 (1,64–2,54)	1,09±0,46 (0,26–6,25)	1,04±0,62 (0,42–3,14)
ГХЦГ (сумма)	0,75±0,41 (0,39–1,24)	1,80±1,04 (1,24–2,90)	0,92±0,72 (0,30–3,68)	0,32±0,18 (0,01–2,97)
Хлорданы	0,21±0,11 (0,05–0,57)	1,86±0,13 (0,80–3,18)	0,13±0,09 (0,01–0,81)	0,13±0,12 (0,01–1,07)

Таблица 3

Средние концентрации некоторых металлов в крови мужчин Чукотского и Ненецкого автономного округа за период 2001–2002 и 2009–2010 гг. (мкг/л)

Металлы	Чукотский автономный округ		Ненецкий автономный округ	
	2001–2002	2009–2010	2001–2002	2009–2010
Свинец	71,54±1,84 (19,35–207,20)	85,95±1,67 (14,3–216,59)	55,89±1,33 (30,60–77,40)	35,31±1,67 (16,70–78,80)
Общая ртуть	12,64±5,24 (7,02–22,87)	1,17±0,45 (1,00–1,60)	3,27±0,51 (1,00–5,10)	2,36±0,47 (1,00–4,40)
Кадмий	3,05±1,08 (1,80–7,19)	1,23±0,55 (0,53–4,24)	0,34±0,25 (0,10–2,32)	0,36±0,29 (0,10–1,26)

веществ) в крови коренного населения занимают промежуточное положение между наиболее высокими показателями, выявленными в Гренландии и частично в Канаде [8–10], и более низкими показателями в других арктических государствах [11]. Наиболее высокие уровни почти всех конгенов ПХБ (и их суммы) обнаружены у мужчин северо-восточной прибрежной Чукотки, что закономерно обусловлено присутствием в их рационе питания жира морских млекопитающих, содержащего значительные концентрации ПХБ. Статистически более высокие уровни, по сравнению с населением Ненецкого автономного округа были зарегистрированы на континентальной Чукотке (Aroclor 1260; 99; 118; 138; 153; 180 конгены). Обнаружение в крови населения НАО таких конгенов ПХБ, как Aroclor 1260, 180 в довольно значительных концентрациях свидетельствует о наличии локальных источников загрязнения, обуславливающих вторичное загрязнение пищи специфическими

составами ПХБ, использовавшимися (или присутствующими в настоящее время) вблизи мест проживания или в быту. Процентный состав отдельных конгенов ПХБ от суммы ПХБ в крови населения ЧАО и НАО примерно одинаков. Наибольший вклад в сумму ПХБ вносит 153 конгенер — от 20% до 35%. Пять конгенов (99, 118, 138, 153 и 180) составляют 75% от суммы ПХБ. Низкохлорированная группа вносит 14,7% от суммы, диоксиноподобная группа — 22%, группа «128–153» — 44,3%, группа «170–187» — 18%. Средние концентрации в крови 4,4 ДДЕ — основного (и наиболее токсичного) метаболита ДДТ, вклад которого в сумму ДДТ в крови коренного населения севера составляет, в среднем 80–95%. Максимальные концентрации 4,4 ДДЕ обнаружены в крови мужчин ЧАО. При этом отношение 4,4 ДДЕ/4,4 ДДТ, составляющее 5,5–9 для изучаемых регионов, свидетельствует о факте относительно недавнего загрязнения. Жители

прибрежных районов Чукотского полуострова оказались в высокой степени подвержены вредному воздействию гексахлорбензола и гексахлорциклогексана (в том числе его наиболее устойчивому изомеру β -ГХЦГ), гексахлорбензолу, хлорданам в сравнении с коренными жителями Ненецкого автономного округа. Наибольшие концентрации β -гексахлорциклогексана зарегистрированы на уровне 392 (3,6–1162) нг/г липидов у мужчин ЧАО. Показательным с точки зрения вклада дальнего трансграничного переноса СОЗ в загрязнение Российской Арктики является сравнительная оценка содержания в крови у коренных жителей таких пестицидов, как токсафен (полихлоркамфен), который применялся в основном в южных районах бывшего Советского Союза для борьбы с вредителями сахарной свеклы и картофеля, и мирекс, который в стране вообще не производился и не применялся. Небольшие признаки поступления обоих веществ в организм были зарегистрированы у жителей прибрежных районов Чукотки. Поступление СОЗ в организм коренных жителей Крайнего Севера России определяется, главным образом, региональными, местными и контактными (домашними) источниками. Феномен глобального переноса этих загрязнений характерен для прибрежного населения Чукотского района (пос. Уэлен, Лаврентия, Лорино и т.д.), регулярно потребляющих в пищу богатое жиром мясо морского зверя. Анализ средних концентраций основных экологических загрязнителей в пробах крови у мужчин за 10-летний период мониторинга показал, что в обоих изучаемых районах снизилось содержание ПХБ и ДДТ (табл. 1). Однако за этот же период времени отмечено повышение средних концентраций ГХБ, ГХЦГ, хлорданов и свинца у мужчин, проживающих на Чукотке (табл. 3). Другие тенденции в уровнях СТВ зарегистрированы у женщин: концентрации ПХБ на Чукотке увеличились с 2,1 до 3,6 мкг/л, ГХБ с 0,3 до 1,9 мкг/л, ГХЦГ с 0,7 до 1,8 мкг/л, хлорданов с 0,2 до 1,8 мкг/л. В Ненецком округе в крови женщин содержание 4,4 ДДЕ увеличилось с 0,6 до 1,3 мкг/л. Концентрации остальных подвергнутых анализу хлорорганических соединений у женщин либо снизились, либо сохранились на прежнем уровне.

Анализ данных научной литературы и результаты собственных исследований позволяют утверждать, что интенсивное загрязнение стойкими токсичными веществами объектов окружающей среды, включая водные; добываемой

в результате охоты и рыбалки традиционной пищи, а также биологических сред организма человека в Арктике определяют ряд серьезных объективных причин, не позволяющих действующей государственной программе социально-гигиенического мониторинга (далее СГМ) функционировать в стандартном формате. Например, данная программа предусматривает только проведение наблюдения и контроля ряда химических веществ, относимых к пестицидам и тяжелым металлам и содержащихся в продуктах питания, поступающих в официальную продажу. Очевидно, что такой подход не может в полной мере отвечать реалиям климатических, экономических и социальных изменений, происходящих в Арктике. В этой ситуации наиболее адекватным будет проведение программы мониторинга среды обитания человека, которая предусматривает включение новых видов загрязнений, факторов риска, расширение географии за счет вовлечения в неё новых территорий, источников выбросов опасных химических и биологических веществ, обязательный контроль СТВ в биологических средах наиболее уязвимых групп населения. В табл. 4 представлена сравнительная характеристика принятых в настоящее время некоторых положений СГМ и положений, по нашему мнению, актуальных для программы мониторинга в АЗРФ.

Данные табл. 4 показывают, что стандартная организация СГМ в условиях Арктики неэффективна и малоинформативна. Однако мониторинг необходим. Очевидно, что в программу СГМ должны быть внесены изменения соответствующие следующим принципам и критериям: мониторингу должны подлежать места постоянного проживания населения численностью не менее 100 человек; отбор проб, характеризующих условия обитания (факторы природной среды, продукты и т.д.), следует проводить при плановом посещении населенного пункта не реже 1 раза в 3 месяца; целесообразно планировать проведение когортных эпидемиологических исследований по заданным тематическим направлениям; заменить малоинформативный фактор (здесь «атмосферный воздух») на исследования «снеговых проб»; в перечень загрязняющих веществ, подлежащих мониторингу, следует приоритетно включить стойкие органические вещества, выполняющие роль «маркеров» в сложных цепочках превращений веществ в арктической природе.

Таблица 4
Сравнительный анализ реализации программы социально-гигиенического мониторинга на территории Арктической зоны Российской Федерации

Положения программы социально-гигиенического мониторинга	Реализация на территории субъектов АЗРФ в стандартном формате	Несоответствия и рекомендуемые по результатам НИР мероприятия
Цель	Разработка мер по оздоровлению среды обитания. Разработка управленческих решений	а) разработка мер по оздоровлению среды обитания б) Изучение влияния глобального загрязнения Земли в сохранение этноса
Мониторинг атмосферного воздуха	Проведение среднесуточных замеров атмосферного воздуха, расчет на этой основе среднегодовых концентраций, расчет риска здоровью. Исследования проводятся в течении всего года, с частотой, достигающей ежедневной. Проводится автоматизация отборов (станции). Ассортимент наблюдаемых веществ, поллютантов, обусловленных имеющейся промышленностью, акцентирует внимание на транспортных загрязнениях	Проведение стандартных заборов проб атмосферного воздуха невозможно, так как нарушается методическая и метрологическая чистота. Замеры при -20°C не проводятся, в арктической зоне такая температура держится 9 мес. Невозможно обеспечить требуемую кратность и частоту отбора проб, так как велики расстояния, даже возможность обеспечения населения медицинской помощью менее 62 ч в неделю. Ассортимент поллютантов ничем не определен. Ветровая обстановка не обуславливает привязку точки отбора проб к оценке загрязненности территории
Мониторинг почвы	Как правило ограничивается отбором проб песка в детских учреждениях или глубокими отборами проб в зонах отдыха, лесопарках	Организация воспитания, содержания детей специфично (интернаты), что не позволяет использовать стандартные официальные методы отбора проб. Почва до 9 мес в год изолирована снегом.
Мониторинг питьевой воды	Отбор проб и исследование по всей цепочке производства и поставки воды: «водоисточник — водопроводная станция — сети — потребитель» с большой частотой (в том числе ежедневно)	Коренное население Крайнего Севера пользуется децентрализованным водоснабжением (колодцы), что составляет $1/3$ населения Крайнего Севера. Труднодоступность колодцев не дает возможности проведения систематического наблюдения
Показатели здоровья	Анализ статистических форм с частотой 1 и S год, при необходимости анализ по заданной тематике, у специалистов имеется возможность проведения обходов, анализ статистических талонов	Изменение параметров времени доступности первичной медико-санитарной медицинской помощи: Таймыр — 7 ч/нед; Ямало-Ненецкий АО — 18 ч/нед; Якутия — 25 ч/нед; Чукотка — 28 ч/нед; Эвенкия — 62 ч/нед

Таким образом, полученные результаты исследования, основанные на использовании современных методов биологического мониторинга стойких токсичных веществ, могут послужить научным обоснованием для разработки и внедрения предложений по совершенствованию го-

сударственной системы социально-гигиенического мониторинга, включению в нее перечня новых показателей и изменению структуры, формированию в ней единого информационного пространства в целом для всех субъектов, географически входящих в состав АЗРФ.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Влияние глобальных климатических изменений на здоровье населения российской Арктики / под ред. Б. А. Ревич. Доклад представительства ООН в Российской Федерации. М., 2008. 39 с. [Vliyanie global'nyh klimaticheskikh izmenenij na zdorov'e naseleniya rossijskoj Arktiki / pod red. B. A. Revich. Doklad predstavitel'stva ONN v Rossijskoj Federacii. Moscow, 2008, 39 p. (In Russ.).]
2. Ревич Б.А. Изменение здоровья населения России в условиях меняющегося климата // Проблемы прогнозирования. 2008. № 3(108). С. 140–150. [Revich B.A. Izmenenie zdorov'ya naseleniya Rossii v usloviyah menyayushchegosya klimata. Problemy prognozirovaniya, 2008, № 3(108), pp. 140–150. (In Russ.).]
3. Чащин М.В., Чащин В.П., Федоров В.Н., Захарова Н.В., Кузьмин А.В., Ковшов А.А., Янталец Е.В., Кусраева З.С., Абрамян С.М., Зибарев Е.В., Мишкич И.А. Основные тенденции изменения концентраций стойких токсичных веществ в крови коренного населения Арктики // Научно-практический журнал «Экология человека». Архангельск, 2012. № 9. С. 3–7. [Chashchin M.V., Chashchin V.P., Fedorov V.N., Zaharova N.V., Kuz'min A.V., Kovshov A.A., Yantalec E.V., Kusraeva Z.S., Abramyan S.M., Zibarev E.V., Mishkich I.A. Osnovnye tendencii izmeneniya koncentracij stojkih toksichnyh veshchestv v krovi korennoho naseleniya Arktiki. Nauchno-prakticheskij zhurnal «Ehkologiya cheloveka». Arhangel'sk, 2012, No. 9, pp. 3–7. (In Russ.).]
4. Чащин В.П. Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12. [Chashchin V.P. Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Harakteristika osnovnyh faktorov riska narushenij zdorov'ya naseleniya, prozhivayushchego na territoriyah aktivnogo prirodopol'zovaniya v Arktike. Ehkologiya cheloveka, 2014, No. 1, pp. 3–12. (In Russ.).]
5. Душкова Д.О. Евсеев А.В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы европейского севера России // Арктика и Север. 2011. № 4. С. 162–195. [Dushkova D.O. Evseev A.V. Analiz tekhnogennogo vozdeystviya na geosistemy evropejskogo severa Rossii. Arktika i Sever, 2011, No. 4, pp. 162–195. (In Russ.).]
6. Злобин В.И., Данчинова Г.А., Сунцова О.В., Бадужева Л.Б. Климат как один из факторов, влияющих на уровень заболеваемости клещевым энцефалитом // Изменение климата и здоровье России в XXI веке. М.: Издательское товарищество «АдамантЪ», 2004. С. 121–124. [Zlobin V.I., Danchinova G.A., Suncova O.V., Badueva L.B. Klimat kak odin iz faktorov, vliyayushchih na uroven' zaboлеваemosti kleshchevym ehncefalitom. Izmenenie klimata i zdorov'e Rossii v XXI veke. Moscow: Izdatel'skoe tovarishchestvo «Adamant», 2004, pp. 121–124. (In Russ.).]
7. Ющук Н.Д., Мартынов Ю.В. Эпидемиология: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина, 2003. 448 с. [Yushchuk N.D., Martynov Yu.V. Ehpideмиология: uchebnoe posobie. 2-e izd., pererab. i dop. Moscow: Medicina, 2003, 448 p. (In Russ.).]
8. AMAP 2002: Persistent Organic Pollutants in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo, Norway. XVI+310 pp.
9. Ayotte P., Dewailly E., Ryan J. J., Bruneau S., Lebel G. PCBs and dioxin-like compounds in plasma of adult Inuit living in Nunavik (Arctic Quebec). *Chemosphere*, 1997, Vol. 34, pp. 1459–1468.
10. Deutch B., Hansen J. C. High human plasma levels of organochlorine compounds in Greenland. Regional differences and lifestyle effects. *Dan. Med. Bull.*, 2000, Apr., Vol. 47 (2), pp. 132–137.
11. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Oslo, Norway, 2015. 215 p.

Поступила в редакцию: 05.09.2017 г.

Контакт: Чащин Максим Валерьевич, Maksim.Chaschin@szgmu.ru

Сведения об авторах:

Чащин Максим Валерьевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий НИЛ арктической медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41, тел. раб.: +7 (812) 275–73–77; e-mail: Maksim.Chaschin@szgmu.ru;

Чащин Валерий Петрович — заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор, заведующий НИЛ комплексных проблем гигиены и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: Valerii.Chaschin@szgmu.ru;

Мельцер Александр Виталиевич — доктор медицинских наук, проректор по медико-профилактическому направлению, заведующий кафедрой профилактической медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России; 195067, Санкт-Петербург, тел. раб.: +7 (812) 543-19-80; e-mail: Aleksandr.Meltcer@szgmu.ru;

Кузьмин Алексей Викторович — кандидат медицинских наук, научный сотрудник НИЛ арктической медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: Alex.Kuzmin@szgmu.ru;

Варшавская Оксана Олеговна — лаборант-исследователь НИЛ комплексных проблем гигиены и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: Oksana.Varshavskaya@szgmu.ru;

Федоров Владимир Николаевич — ассистент кафедры радиационной гигиены и гигиены труда ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41;

Ерастова Наталья Вячеславовна — кандидат медицинских наук, начальник отдела организации и развития медико-профилактического направления, доцент кафедры профилактической медицины и охраны здоровья ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России; 195067, Санкт-Петербург, тел. раб.: 8 (812) 543-19-80; e-mail: Nataliya.Erastova@szgmu.ru;

Большакова Наталья Викторовна — лаборант-исследователь НИЛ комплексных проблем гигиены и эпидемиологии ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: Natalya.Bolshakova@szgmu.ru;

Лачинов Роман Шабанович — научный сотрудник НИЛ арктической медицины ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России; Санкт-Петербург, Кирочная ул., д. 41; e-mail: Roman.Lachinov@szgmu.ru.