

УДК 612.014.4:546.293

ОЦЕНКА ОТДАЛЕННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛИТЕЛЬНОГО НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕБЫВАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В АРГОНОСОДЕРЖАЩЕЙ ГИПОКСИЧЕСКОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

© 2017 г. ¹А. О. Иванов, ¹В. А. Петров, ¹Э. Н. Безкишкий, ^{2,3}А. Б. Гудков,
⁴А. Ю. Ерошенко, ⁴С. М. Groshilin

¹Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга, г. Санкт-Петербург; ²Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск; ³Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск; ⁴Ростовский государственный медицинский университет, г. Ростов-на-Дону

Целью исследования явилась оценка риска возникновения негативных отдаленных последствий для здоровья испытуемых-добровольцев в связи с их предшествовавшим непрерывным (в течение 60 сут) пребыванием в нормобарических гипоксических газовых аргоносодержащих средах (АрГГС) с содержанием кислорода 13,5–14,5 % об, аргона 30–35 % об, диоксида углерода 0,03–0,8 % об, азот – остальное. Данные среды планируется формировать в обитаемых гермообъектах для повышения их пожаробезопасности. Обследованы 6 мужчин в возрасте 26–52 лет, ранее принявших участие в указанных испытаниях и затем в течение 10 мес после их окончания обследованных на предмет возможного развития негативных отдаленных последствий пребывания в АрГГС для здоровья, функционального состояния и работоспособности. В результате исследований установлено, что ни у одного из обследованных лиц в течение 10 мес после проведенных испытаний признаков нарушения состояния соматического и психического здоровья, недопустимого снижения качества жизни, физиологических и психофизиологических резервов организма, физической и умственной (в том числе операторской) работоспособности не выявлено. Полученные результаты подтверждают допустимость и безопасность для человека формирования подобных сред в обитаемых гермообъектах для повышения их пожаробезопасности.

Ключевые слова: пожаробезопасность гермообъектов, аргоносодержащая гипоксическая газовая среда, отдаленные последствия, функциональное состояние, работоспособность

EVALUATION OF LONG-TERM EFFECTS OF HUMAN'S CONTINUOUS STAY IN ARGON CONTAINING HYPOXIC GASEOUS ENVIRONMENT

¹A. O. Ivanov, ¹V. A. Petrov, ¹E. N. Bezkishkii, ^{2,3}A. B. Gudkov,
⁴A. Yu. Eroshenko, ⁴S. M. Groshilin

¹Association of developers and producers of monitoring systems, Saint Petersburg; ²Northern State Medical University, Arkhangelsk; ³Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk; ⁴Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

The aim of the study was an assessment of risk of long-term adverse health effects for research volunteers caused by their preceding continuous (for 60 days) stay in normobaric argon containing hypoxic gaseous environment (ArHGE) with oxygen content of 14 %, argon - 30-35 %, carbon dioxide - 0.03-0.8 %, nitrogen - the rest. Such environment is planned to create at manned hermetically sealed facilities to increase their fire explosion safety. 6 man aged 26-52 who had taken part in the above mentioned tests were examined, and then, 10 months after the end of the tests they were examined again for possible development of long-term adverse health effects, functional state and capability caused by stay in ArHGE. The study has revealed that within 10 months after the tests none of the examined persons has shown any distress of physical and mental health, unacceptable reduction in a quality of life, physiological and psycho-physiological reserves of the organism, physical and mental (including operating) capability. The obtained results confirm feasibility and safety for a human in creation such environment in inhabited hermetically sealed facilities to increase their fire explosion safety.

Keywords: fire safety of hermetically sealed facilities, argon containing hypoxic gaseous environment, long-term consequence, functional state

Библиографическая ссылка:

Иванов А. О., Петров В. А., Безкишкий Э. Н., Гудков А. Б., Ерошенко А. Ю., Groshilin С. М. Оценка отдаленных последствий длительного непрерывного пребывания человека в аргоносодержащей гипоксической газовой среде // Экология человека. 2017. № 6. С. 9–13.

Ivanov A. O., Petrov V. A., Bezkishkii E. N., Gudkov A. B., Eroshenko A. Yu., Groshilin S. M. Evaluation of Long-Term Effects of Human's Continuous Stay in Argon Containing Hypoxic Gaseous Environment. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 6, pp. 9-13.

Проведенные проспективные исследования явились продолжением комплекса работ, направленных на обоснование и разработку создания в обитаемых герметизируемых объектах искусственных гипоксических газоздушных сред (ГГС) [1, 3, 8, 9]. Основные

требования к данным средам заключались, с одной стороны, в максимально возможном снижении горючести материалов, жидкостей и технических сред гермообъекта, с другой — в обязательной их пригодности для дыхания и обеспечения работоспособности

персонала на заданном уровне. Проведенные в 90-х годах прошлого века Б. Н. Павловым и соавт. эксперименты на лабораторных животных [5] и пилотные 10-суточные исследования с участием человека [4] показали, что таким требованиям в наибольшей степени соответствуют ГГС с повышенным содержанием аргона, обладающего выраженным антигипоксическим действием на организм и позволяющего формировать безопасную для человека искусственную газовую среду со значительно меньшим содержанием кислорода, чем это возможно для азотсодержащих (безаргоновых) ГГС. На основании полученных результатов для повышения пожарозащищенности гермообъектов авторами была рекомендована ГГС, состоящая из 13,5–14,5 % об кислорода, 53 % об азота и 33 % об аргона при нормальном атмосферном давлении [4, 7]. Такая аргоносодержащая ГГС (АрГГС), по предположению указанных исследователей, не окажет существенного негативного влияния на организм специалистов и при более длительной непрерывном экспозиции, что, однако, нуждалось в обязательной проверке.

Исследования, направленные на подтверждение данной гипотезы, были проведены нами в 2014 году на специально созданном в АО «АСМ» (С.-Петербург) испытательном стенде (ИС), позволяющем моделировать заданные нормобарические АрГГС в замкнутом объеме, а также обеспечивать возможность длительного непрерывного пребывания в них человека. В исследованиях участвовали 6 добровольцев-мужчин в возрасте 25–30 лет (5 человек) и 51 года (1 человек), при медицинском освидетельствовании признанные годными к выходу в море на подводных лодках. Длительность периода герметизации испытуемых составляла 60 сут, в течение которых в помещениях ИС поддерживались заданные параметры АрГГС (содержание кислорода 13,5–14,5 % об, аргона 30–35 % об, диоксида углерода 0,03–0,8 % об, азот — остальное) при нормальных величинах атмосферного давления и других параметров микроклимата. Основными результатами данных работ [2] явилось отсутствие нарушений соматического здоровья, недопустимых отклонений функционального состояния и работоспособности у всех обследованных лиц на протяжении периода 60-суточной герметизации. Однако для подтверждения безопасности для человека пребывания в таких средах необходимо было проследить наличие возможного негативного отдаленного влияния проведенных испытаний на состояние здоровья добровольцев, в них участвовавших.

Таким образом, целью данного исследования явилась оценка возможных отдаленных последствий длительного (в течение 60 сут) непрерывного пребывания человека в условиях, заданных АрГГС, для подтверждения безопасности выполнения в них профессиональной деятельности персоналом гермообъектов, в которых планируется формирование подобных газовых сред.

Методы

Тип проведенного исследования — проспективное когортное. Обследованы 6 добровольцев, с участием которых проводились испытания 1-го этапа работы (см. выше). Критерии включения испытуемых в исследование, обеспечение их правовой поддержки и безопасности было изложено в нашей предыдущей публикации, описывающей результаты этих испытаний [2]. Исследования были организованы и проведены в соответствии с положениями и принципами действующих международных и российских законодательных актов, в частности Хельсинкской декларации 1975 года и ее пересмотра 1983-го.

Исследования в отдаленном периоде наблюдения (2-й этап) проводились в АО «АСМ» около 10 месяцев после окончания 60-суточной герметизации (1-го этапа). В течение всего периода отдаленного наблюдения оценивали общее состояние соматического здоровья и качество жизни испытуемых. На контрольных этапах исследования (1 раз в 1,5–2 мес) проводили углубленную оценку функционального состояния, физической и умственной (в том числе операторской) работоспособности обследованных лиц с использованием разработанного комплекса общеклинических, физиологических, психофизиологических, лабораторных, биохимических, иммунологических и иных исследований. Всего за период отдаленного наблюдения было проведено 7 типовых этапов контрольных исследований.

В статье выборочно представлены результаты исследований, с использованием которых интегрально оценивались субъективный и соматический статус, функциональное состояние, работоспособность испытуемых на контрольных этапах отдаленного наблюдения.

Так, в качестве одной из интегральных субъективных методик был использован стандартизированный «Опросник функционального состояния» (ОФС), направленный на самооценку физического и психологического функционирования, социально-ролевого взаимодействия и качества жизни тестируемых за определенный период жизнедеятельности [10].

Для интегральной оценки состояния психофизиологических функций испытуемых был использован 5-минутный тест устного арифметического счета (АС) [6]. Анализировали общее число просмотренных примеров, число ошибок и верно решенных заданий.

Уровень физиологических возможностей организма (УФВО) оценивался путем моделирования ступенчато нарастающей физической работы субмаксимальной мощности (до достижения порога анаэробного обмена — ПАНО) на велоэргометре эргоспирометрического комплекса Schiller Cardiovit CS-200 (Швейцария). В процессе выполнения проб у испытуемого непрерывно проводились регистрация и автоматизированный клинический анализ электрокардиограммы с расчетом частоты сердечных сокращений (ЧСС); 1 раз за 10 с фиксировались показатели вентиляции легких (минут-

ный объем дыхания — МОД, частота дыхания — ЧД, дыхательный объем — ДО), газообмена (потребление кислорода — VO_2 и выделение диоксида углерода — VCO_2); с дискретностью 1 раз в мин автоматически регистрировалось систолическое и диастолическое артериальное давление (САД, ДАД). Фиксировалась мощность нагрузки, при которой достигался ПАНУ, а также общее время работы до достижения ПАНУ.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием пакета программ Statistica v.10.0. Результаты представлялись в виде медиан (Me), нижнего и верхнего квартилей (Q_{25} ; Q_{75}). Оценку значимости различий показателей на этапах наблюдения проводили при помощи непараметрических критериев (Вилкоксона, критерий знаков). Нулевая гипотеза об отсутствии различий отвергалась при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

Судя по результатам обработки данных тестирования (табл. 1), рассматриваемый контрольный период наблюдения все испытуемые характеризовали как достаточно позитивный в отношении своего субъективного состояния. В частности, отмечена высокая оценка добровольцами своих физических качеств (медианы 36 баллов при максимальных 36) и психических функций (медианы 25–28 баллов при максимуме 30). При этом фактически на максимально возможном уровне находились шкалы самооценки тестируемых социально-ролевых функций («работа», «активность», «взаимодействие»). Показатели шкал, отражающих степень профессиональной адаптации («работоспособность», «заболеваемость»,

«временное ухудшение самочувствия и работоспособности»), у всех испытуемых за период отдаленного наблюдения также сохранялись на высоком уровне. В частности, показатель работоспособности составлял 5–6 баллов при максимальных 6. В целом полученные данные можно расценивать как свидетельство сохранности адаптационных механизмов у всех испытуемых как на этапе окончания периода «герметизации», так и на отдаленных этапах динамического наблюдения, по крайней мере в течение следующих после испытаний 10 мес.

Исследования умственной работоспособности испытуемых (табл. 2), проведенные в исходном состоянии (перед началом герметизации), а также в отдаленном периоде наблюдения показали, что общий уровень их комбинаторных интеллектуальных способностей существенно различался (от низкого до высокого). Это обусловило большую дисперсию групповых результатов успешности выполнения теста на всех этапах контрольных обследований, а также во многом определило отсутствие значимых различий показателей между этапами наблюдения. При этом тенденций к стойкому и выраженному снижению интеллектуальной работоспособности за весь период отдаленного наблюдения не отмечено ни у одного из участников испытаний, что подтверждает сохранность интеллектуального потенциала испытуемых на протяжении всего периода отдаленного наблюдения. Следовательно, длительная герметизация обследованных лиц в заданных условиях АрГГС не привела к негативным отдаленным последствиям в отношении состояния их психофизиологических качеств и умственной работоспособности.

Таблица 1

Результаты тестирования испытуемых (n = 6) по «Опроснику функционального состояния» на контрольных этапах наблюдения, Me (Q_{25} ; Q_{75})

Показатель	Этап наблюдения							
	Исходное состояние	Отдаленный период после окончания испытаний						
		1–2-й мес	3-й мес	4-й мес	5-й мес	6-й мес	7–8-й мес	9–10-й мес
Физические функции, баллы	36 (36; 36)	36 (35; 36)	35 (35; 36)	35 (35; 36)	36 (36; 36)	36 (35; 36)	36 (36; 36)	36 (36; 36)
Психические функции, баллы	28 (26; 28)	25 (24; 26)	25 (24; 26)	27 (27; 27)	27 (23; 28)	27 (27; 27)	28 (26; 29)	27 (27; 29)
Социальные функции (работа), баллы	23 (21; 24)	23 (21; 24)	23 (23; 23)	23 (22; 24)	24 (20; 24)	23 (22; 24)	23 (22; 24)	24 (23; 24)
Социальные функции (активность), баллы	12 (9; 12)	12 (11; 12)	11 (10; 12)	11 (10; 12)	12 (10; 12)	12 (12; 12)	12 (12; 12)	12 (11; 12)
Социальные функции (взаимодействие), баллы	28 (26; 29)	27 (26; 28)	27 (27; 27)	27 (26; 28)	26 (24; 28)	26 (25; 27)	27 (26; 29)	28 (27; 29)
Работоспособность, баллы	5 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (4; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)
Трудопотери по болезни, сут/месяц	6 (6; 6)	3 (0; 5)	3 (0; 7)	2 (0; 4)	3 (1; 4)	1 (0; 2)	0 (1; 1)	0 (0; 1)
Снижение работоспособности, сут/месяц	6 (6; 6)	4 (2; 6)	4 (2; 8)	4 (4; 7)	5 (1; 5)	2 (0; 3)	1 (1; 1)	1 (0; 1)
Качество сексуальной жизни, баллы	5 (5; 5)	6 (5; 6)	5 (5; 6)	5 (5; 6)	6 (5; 6)	5 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)
Коммуникативность, баллы	4 (4; 5)	4 (3; 5)	5 (3; 5)	5 (3; 5)	5 (4; 6)	5 (4; 6)	5 (5; 6)	5 (5; 6)
Общее состояние здоровья, баллы	4 (4; 5)	4 (4; 5)	4 (4; 4)	4 (4; 4)	5 (4; 5)	4 (4; 5)	5 (4; 5)	5 (4; 5)

Таблица 2

Динамика успешности выполнения теста «Арифметический счет» испытуемыми (n = 6) на этапах наблюдения, абс. ед., Me (Q₂₅; Q₇₅)

Показатель	Этап наблюдения						
	Исходное состояние	Отдаленный период после окончания испытаний					
		1–2-й мес	3-й мес	4-й мес	5-й мес	6–7-й мес	9–10-й мес
Число просмотренных примеров	8,0 (4,8; 12,0)	10,0 (4,8; 13,8)	11,5 (7,0; 17,5)	9,0 (7,3; 12,3)	10,5 (10,0; 15,5)	14,0 (9,0; 17,0)	9,0 (6,0; 18,0)
Число правильно решенных примеров	6,5 (3,8; 9,5)	7,5 (2,5; 12,5)	10,0 (6,0; 15,5)	6,5 (3,8; 8,5)	9,0 (7,3; 13,0)	12,0 (7,0; 15,5)	7,0 (6,0; 18,0)
Число ошибок	1,5 (1,0; 2,5)	1,5 (0,3; 2,8)	2,0 (1,3; 2,0)	2,5 (1,3; 3,8)	2,5 (1,3; 3,0)	1,5 (1,0; 2,0)	1,5 (1,0; 2,0)

Таблица 3

Показатели, зарегистрированные при нагрузке до порога анаэробного обмена, у испытуемых (n = 6) на этапах наблюдения, Me (Q₂₅; Q₇₅)

Этап наблюдения	Показатели, ед. изм.								
	VO ₂ , л/мин	VCO ₂ , л/мин	МОД, л/мин	ЧСС, уд./мин	САД, мм рт. ст.	ДАД, мм рт. ст.	Мощность, Вт	Время, с	
Исходное состояние	1,769 (1,694; 1,876)	1,783 (1,690; 1,864)	51,5 (44; 56)	131 (122; 152)	182 (167; 205)	80 (73; 92)	125 (125; 150)	295 (290; 360)	
Отдаленный период после окончания испытаний	1–2-й мес	1,718 (1,570; 1,740)	1,730 (1,574; 1,760)	47 (44; 53)	132 (117; 145)	179 (159; 192)	76 (70; 85)	125 (100; 150)	280 (260; 340)
	3-й мес	1,565 (1,418; 1,732)	1,579 (1,442; 1,750)	45 (40; 52)	130 (111; 135)	168 (163; 177)	74 (65; 84)	100 (100; 125)	240 (220; 280)
	4-й мес	1,682 (1,628; 1,808)	1,701 (1,640; 1,820)	48 (44; 52)	129 (120; 141)	176 (163; 186)	79 (70; 86)	125 (100; 125)	270 (250; 320)
	5-й мес	1,655 (1,548; 1,710)	1,682 (1,574; 1,734)	45 (43; 55)	125 (118; 148)	180 (169; 191)	79 (71; 85)	125 (100; 125)	275 (260; 320)
	6-й мес	1,681 (1,648; 1,822)	1,694 (1,654; 1,836)	49 (45; 55)	130 (121; 145)	184 (171; 195)	79 (72; 86)	125 (100; 150)	280 (260; 340)
	7–8-й мес	1,899 (1,716; 2,660) p=0,047	1,916 (1,724; 2,690) p=0,039	60 (45; 65) p=0,044	138 (126; 156) p=0,047	180 (151; 198)	84 (74; 85)	125 (100; 200)	330 (180; 460)
	9–10-й мес	1,796 (1,716; 2,392)	1,725 (1,724; 2,404)	54 (46; 58)	135 (125; 149)	175 (159; 185)	80 (74; 87)	125 (100; 175)	300 (270; 390)

Примечание. p – уровень значимости различий показателей по сравнению с исходным состоянием.

Проведенные контрольные исследования максимальной аэробной производительности испытуемых показали (табл. 3), что в течение всего наблюдения явно выраженные и стойкие негативные изменения прямых и косвенных критериев аэробной выносливости и УФВО отсутствовали. Все колебания регистрируемых параметров у испытуемых находились в пределах $\pm 10–20\%$ от условного среднего индивидуального уровня. По всей видимости, такая изменчивость получаемых результатов обусловлена прежде всего субъективными причинами, зависящими от текущего функционального состояния обследуемого, уровня активации жизненно важных функций, предшествовавшего образа жизни, вредных привычек и других личных факторов, не поддающихся учету и являющихся обычным явлением для повседневной деятельности молодого человека. Кроме того, для некоторых испытуемых характерным оказалась зависимость результатов данного обследования от сезона года, поэтому несколько худшие результаты уровня аэробной выносливости за весь период наблюдения были зафиксированы при тестированиях, пришедшихся на зимний период (2–3-й этапы).

Обсуждение результатов

Описанные факты, на наш взгляд, являются свидетельством отсутствия отрицательных отдаленных

последствий длительного непрерывного пребывания человека в заданной АрГГС на его функциональное состояние и работоспособность.

Проведенные в динамике наблюдения исследования клеточного состава крови, параметров обмена веществ, кислотно-основного состояния, показателей специфической и неспецифической защиты (в том числе аутоантителообразования), активности про- и антиоксидантной систем, свертывающе-противосвертывающей системы, уровня основных онкомаркеров и другие исследования состояния гомеостаза показали отсутствие недопустимых изменений у всех обследованных лиц на протяжении всего периода испытаний. Результаты перечисленных исследований подробно будут изложены в наших последующих публикациях.

Основным итогом проведенных исследований явилось отсутствие признаков недопустимых нарушений состояния психического и соматического здоровья испытуемых в течение всего периода наблюдения. Ни у одного из них за контролируемый период (по сравнению с предыдущими периодами их обычной жизнедеятельности) не было отмечено роста простудной заболеваемости, значительного снижения резистентности организма, стрессоустойчивости, качества жизни и иных явных отклонений, которые могли бы быть следствием негативного влияния про-

веденных ранее испытаний. Полученные результаты подтверждают допустимость и безопасность для человека длительного (в течение 60 сут) непрерывного пребывания в искусственной гипоксической газовой среде с содержанием кислорода 13,5–14,5 % об, аргона 30–35 % об, диоксида углерода 0,03–0,8 % об, азот — остальное при нормальном барометрическом давлении. Следовательно, подобные среды допустимо формировать в обитаемых гермообъектах для повышения их взрыво- и пожаробезопасности.

Список литературы

1. Архипов А. В., Карпов А. В., Смуров А. В., Чумаков В. В. Обеспечение пожаробезопасности на подводных лодках // Морской сборник. 2013. № 3. С. 2–7.
2. Иванов А. О., Петров В. А., Бочарников М. С., Безкишский Э. Н. Исследование возможности длительного пребывания человека в аргоносодержащих газовых средах, снижающих пожароопасность гермообъектов // Экология человека. 2017. № 1. С. 3–8.
3. Основы барофизиологии, водолазной медицины, баротерапии и лечения инертными газами / Павлов Б. Н., Смолин В. В., Баранов В. М., Соколов Г. М., Куссмауль А. Р., Павлов Н. Б., Шереметова Н. Н., Тугушева М. П., Жданов В. Н., Логунов А. Т., Потапов В. Н.; под ред. А. И. Григорьевой. М.: Грант Полиграф, 2008. 494 с.
4. Павлов Б. Н., Буравкова Л. Б., Смолин В. В., Соколов Г. М. Кислородно-азотно-аргоновая газовая среда при длительном пребывании человека в барокамере при избыточном давлении // Морской медицинский журнал. 1999. № 2. С. 18–21.
5. Павлов Б. Н., Солдатов П. Э., Дьяченко А. И. Выживаемость лабораторных животных в аргоносодержащих гипоксических средах // Авиационная и экологическая медицина. 1998. Т. 32, № 4. С. 33–37.
6. Сапова Н. И., Советов В. И. Результаты использования новой методики устного счета у здоровых и больных // Морской медицинский журнал. 1999. Т. 6, № 1. С. 14–19.
7. Солдатов П. Э. Физиолого-гигиеническое обоснование новых методов обеспечения организма кислородом в экстремальных условиях: автореф. дис. ...д-ра мед. наук. Москва, 2006. 48 с.
8. Способ создания условий для жизнедеятельности человека в гермообъекте: пат. 2138421 Рос. Федерация: МПК В63С11/00, В63С11/36 от 14.12.95 / Шараевский Г. Ю., Сухоруков В. С., Чумаков В. В., Гребеник М. А., Семко В. В., Илюхин В. Н., Ласточкин Г. И., Бардышева О. Ф.; заявитель и патентобладатель Войсковая часть 27177. № 95121059/28; заявл. 14.12. 1995, опубл. 27.09.1999.
9. Чумаков В. В. Альтернативные подходы к решению проблемы предотвращения пожаров в герметично замкнутых объемах // Обитаемость кораблей. Обеспечение радиационной и токсикологической безопасности: материалы Межотраслевой науч.-практ. конф. «Кораблестроение в XXI веке: проблемы и перспективы» (ВОКОР-2014). Санкт-Петербург, 2014. СПб., 2014. С. 115–118.
10. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации / под ред. А. Н. Беловой, О. Н. Щепетовой. М.: Антидор, 2002. С. 190–200.

References

1. Arkhipov A. V., Karpov A. V., Smurov A. V., Chumakov V. V. Ensuring fire safety on the submarines. *Morskoi sbornik* [Naval collection]. 2013, 3, pp. 2-7. [in Russian]

2. Ivanov A. O., Petrov V. A., Bocharnikov M. S., Bezkiškii E. N. Possibilities of human's long stay in argon containing gaseous environment reducing fire risk in hermetically sealed facilities. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 1, pp. 3-8. [in Russian]

3. *Osnovy barofiziologii, vodolaznoi meditsiny, baroterapii i lecheniya inertnymi gazami* [Basics of barophysiology, diving medicine, barotherapy and treatment by inert gases]. Pavlov B. N., Smolin V. V., Baranov V. M., Sokolov G. M., Kussmaul' A. R., Pavlov N. B., Sheremetova N. N., Tugusheva M. P., Zhdanov V. N., Logunov A. T., Potapov V. N. Ed. A. I. Grigor'eva. Moscow, Grant Poligraf Publ., 2008, 494 p.

4. Pavlov B. N., Smolin V. V., Sokolov G. M., Buravkova L. B. The prolonged human staying in the altitude chamber under overpressure with oxygen-nitrogen-argon gaseous environment. *Morskoi meditsinskii zhurnal* [Journal of marine medicine]. 1999, 2, pp. 42-43. [in Russian]

5. Pavlov B. N., Soldatov P. E., D'yachenko A. I. The survival of experimental animals in hypoxic environments with argon. *Aviatsionnaya i ekolo-gicheskaya meditsina* [Aviation and ecological medicine]. 1998, 32 (4), pp. 33-3. [in Russian]

6. Sapova N. I., Sovetov V. I. The results of using the new method of count out loud of healthy and diseased. *Morskoi meditsinskii zhurnal* [Journal of marine medicine]. 1999, 6 (1), pp. 14-19. [in Russian]

7. Soldatov P. E. *Fiziologo-gigienicheskoe obosnovanie novykh metodov obespecheniya organizma kislorodom v ekstremal'nykh usloviyakh (avto-ref. dokt. diss)* [Physiological and hygienic substantiation of new methods supply organism with oxygen in extreme conditions. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2006, 48 p.

8. *Sposob sozdaniya uslovii dlya zhiznedeyatel'nosti cheloveka v germoob'ekte* [The method of creating the environment for human life in hermetic object]. Patent 2138421 Russian Federation: МПК В63С11/00, В63С11/36 от 14.12.95. Sharaevskii G. Yu., Sukhorukov V. S., Chumakov V. V., Grebenik M. A., Semko V. V., Ilyukhin V. N., Lastochkin G. I., Bardysheva O. F.; zayavitel' i patentobladatel' Voiskovaya chast' 27177. N 95121059/28; zayavl. 14.12. 1995, opubl. 27.09.1999.

9. Chumakov V. V. *Al'ternativnye podkhody k resheniyu problemy predotvrashcheniya pozharov v germetichno zamknutykh ob'emakh* [Alternative approaches to the problem of fire prevention in the hermetical confined spaces]. In: *Materialy Mezhotraslevoi nauch.-prakt. konf. «Korablestroenie v XXI veke: problemy i perspektivy» (VOKOR-2014), SPb., 21-22 oktyabrya 2014.* [Proceedings of Interindustrial scientific and practical Conference "Shipbuilding in the XXI century: problems and prospects", Saint-Petersburg, 21-22 October 2014]. Saint-Petersburg, 2014, pp. 115-118.

10. *Shkaly, testy i oprosniki v meditsinskoi rehabilitatsii* [Scales, tests and questionnaires in medical rehabilitation]. Eds. A. N. Belova, O. N. Shhepetova. Moscow, Antidor Publ., 2002, pp. 190-200.

Контактная информация:

Иванов Андрей Олегович — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник АО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга»

Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, 17-линия Васильевского острова, д. 4–6

E-mail: ivanoff65@mail.ru