

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДАЛЕННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ 100-СУТОЧНОЙ ГЕРМЕТИЗАЦИИ В НОРМОБАРИЧЕСКИХ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ГАЗОВЫХ СРЕДАХ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДОБРОВОЛЬЦЕВ: ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

¹А. О. Иванов[✉], ¹В. Ф. Беляев[✉], ²Э. Н. Безкишкий[✉], ³Д. В. Шатов[✉], ³С. М. Грошилин[✉],
⁴Д. В. Сафонов[✉]

¹Военно-морская академия имени Н. Г. Кузнецова, Санкт-Петербург, Россия

²Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова, Санкт-Петербург, Россия

³Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия

⁴Муниципальное бюджетное учреждение здравоохранения «Городская больница скорой медицинской помощи», г. Таганрог, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Ведущей причиной, приводящей к выходу из строя экипажа, оружия и боевой техники подводных лодок и других гермообъектов военного назначения, является пожар. Данное исследование явилось продолжением комплекса работ, направленных на обоснование создания в герметизируемых обитаемых объектах гипоксических газовых сред, которые обеспечивают профилактику пожаров и возгораний.

ЦЕЛЬ: Исследовать возможные отдаленные последствия непрерывного (в течение 100 сут) пребывания человека в регулируемых гипоксических пожаробезопасных газовых средах для подтверждения возможности выполнения в этих условиях профессиональной деятельности персоналом герметизируемых объектов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В течение 12 месяцев после окончания 100-суточной герметизации у добровольцев оценивались заболеваемость, возможные отклонения функционального состояния и работоспособности. Контингент обследованных: 5 мужчин в возрасте 25–32 лет, один мужчина в возрасте 53 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ: Установлено отсутствие нарушений состояния психического и соматического здоровья у всех добровольцев в течение года наблюдения. Также ни у одного из добровольцев не отмечено снижения резистентности организма, качества жизни и других отклонений, которые могли бы быть следствием негативного влияния герметизации в регулируемых гипоксических газовых средах. Полученные результаты предварительно подтверждают допустимость применения технологии регулируемых нормобарических гипоксических газовых сред в разработанных режимах для повышения пожаробезопасности подводных лодок и других обитаемых гермообъектов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, регулируемые гипоксические газовые среды, отдаленные последствия

*Для корреспонденции: Иванов Андрей Олегович, e-mail: ivanoff65@mail.ru

*For correspondence: Andrey O. Ivanov, e-mail: ivanoff65@mail.ru

Для цитирования: Иванов А.О., Беляев В.Ф., Безкишкий Э.Н., Шатов Д.В., Грошилин С.М., Сафонов Д.В. Исследование отдаленных последствий 100-суточной герметизации в нормобарических пожаробезопасных газовых средах для здоровья и работоспособности добровольцев: проспективное исследование // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 3. с. 40–47, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2022-8-3-40-47>.

For citation: Ivanov A.O., Belyaev V.F., Bezkishkiy E.N., Shatov D.V., Groshilin S.M., Safonov D.V. Evaluation of long-term consequences of 100-day sealing in normobaric fire-safe gas environments for the health and working capacity

of volunteers: prospective research // *Marine medicine*. 2022. Vol. 8, No. 3. P. 40–47, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2022-8-3-40-47>.

STUDY OF LONG-TERM EFFECTS OF 100-DAY SEALING IN NORMOBARIC FIRE-SAFE GASEOUS MEDIUM FOR VOLUNTEERS' HEALTH AND EFFICIENCY: PROSPECTIVE STUDY

¹Andrey O. Ivanov^{*}, ¹Viktor F. Belyaev¹, ²Eduard N. Bezkishkiy², ³Dmitriy V. Shatov³,
³Sergey M. Groshilin³, ⁴Dmitriy V. Safonov⁴

¹Naval Academy named after N. G. Kuznetsov, St. Petersburg, Russia

²State University of sea and river fleet named after Admiral S. O. Makarov, St. Petersburg, Russia

³Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

⁴City Emergency Hospital, Taganrog, Russia

INTRODUCTION: The main reason, causing failure of the crew, weapon and submarine military equipment and other hermetically sealed craft of military purpose, is fire. The study is a continuation of sets of works aimed at justifying the creation of hypoxic gaseous medium in sealed habitable objects that provide fire prevention.

OBJECTIVE: To study possible long-term effects of extended (for 100 days) man's stay in regulated hypoxic fire-safe gaseous medium for confirming the possibility to perform professional activities by the staff of a sealed craft in such conditions.

MATERIALS AND METHODS: For 12 months after finishing 100-day sealing the volunteers were evaluated for any disease, possible deviation of functional state and working capacity. The examined contingent: 5 men, aged 25–32, 1 man, aged 53.

RESULTS: No mental and somatic health disorders were found among all the volunteers within a year of observations. Furthermore, no volunteer experienced any decrease in the body's resistance, quality of life and other deviations that might be a consequence of the sealing negative influence in regulated hypoxic gaseous medium. The results preliminary allow to use technologies of regulated normobaric hypoxic gaseous medium under well-developed regimes for increasing fire safety of submarines and other sealed habitable objects.

KEYWORDS: marine medicine, regulated hypoxic gaseous medium, long-term effects

Введение. Проведенные проспективные исследования явились продолжением комплекса работ, направленных на обоснование и разработку создания в герметизируемых обитаемых объектах, в том числе на подводных лодках (ПЛ), гипоксических газовых сред (ГСС) различного состава при нормальном или измененном барометрическом давлении. Такие ГСС обеспечивают повышение пожаробезопасности этих объектов [1, с. 87–88; 2, с. 985; 3, с. 24; 4, с. 47; 5, с. 555]. Известно, что ведущей причиной, приводящей к выходу из строя экипажа, оружия и боевой техники ПЛ и других гермообъектов, является пожар¹ [6, с. 274; 7, с. 90; 8, с. 14]. Так, примерно в ³/₄ случаев пожар является главной причиной гибели подводных лодок, потерпевших аварию в дальней морской зоне — в радиусе более 100 миль от пункта базирования¹ [8].

Из недавних аварий на отечественных ПЛ широкий общественный резонанс получили пожары на АПЛ «Комсомолец» (в 1991 г.) и АС-31 «Лешарик» (в 2019 г.), унесшие жизни нескольких десятков подводников. Принимая во внимание недостатки существующих средств и способов борьбы с пожарами, а также крайне высокий риск пожаров и возгораний, связанный с особенностями конструкции, энергообеспечения, вооружения подводных лодок, можно утверждать, что проблема повышения их пожарозащищенности не теряет актуальности.

Основной этап испытаний — 100-суточная герметизация добровольцев в регулируемых ГСС — был проведен нами в 2016–2017 гг. на специально созданном в АО «АСМ» (С. Петербург) испытательном стенде (ИС) «МОРЖ». В исследованиях участвовали 6 добровольцев-мужчин, на этапе

¹ ВМФ России. Мы знаем о Военно-Морском Флоте все [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.navy.ru/> (дата обращения: 11.08.2022).

начала работ находившихся в возрасте 25–32 лет (5 человек) и 53 лет (1 человек) и не имевших медицинских противопоказаний к участию в испытаниях [9, с. 77–84].

В течение всего 100-суточного периода герметизации добровольцы находились в нормобарических ГГС (НГГС) с различным содержанием кислорода. В помещениях «постоянного пребывания» формировались НГГС состава: кислород 18–19% об., диоксид углерода 0,3–0,8% об., азот — остальное, при нормальных величинах других параметров микроклимата. Ежедневно в течение 4 часов добровольцы выполняли работы в условно «периодически посещаемом» помещении, в котором создавались НГГС состава: кислород 16–17% об., диоксид углерода 0,3–0,8% об., азот — остальное, при нормальных величинах других параметров микроклимата. Кроме этого, в процессе испытаний (1 раз в 10 дней) проводились «регулирования ГГС» — быстрое (в течение нескольких минут) поступление в отсек азота из системы, подобной системе азотного пожаротушения, внедренной на ряде заказов ВМФ. В процессе регулирований добровольцы в течение около 2 часов находились в помещении при содержании кислорода 12–15% об. без включения (9 регулирований) или с включением (1 регулирование) в средства изолирующей защиты органов дыхания (СИЗОД).

Основным результатом данных работ [9, с. 85–87] явилось отсутствие нарушений соматического здоровья, существенных отклонений функционального состояния и работоспособности, не позволявших выполнить запланированные задачи, у всех добровольцев на протяжении 100-суточной герметизации. Однако с целью подтверждения безопасности для человека пребывания в таких особых условиях обитаемости необходимо было проследить наличие возможного негативного отдаленного влияния проведенных испытаний на состояние здоровья участвовавших в них добровольцев.

Целью данного исследования явилась оценка возможных отдаленных последствий длительного (в течение 100 сут) непрерывного пребывания человека в регулируемых НГГС

для подтверждения безопасности выполнения в них профессиональной деятельности персоналом гермообъектов, в которых планируется формирование подобных газовых сред.

Материалы и методы. Обследовано 6 добровольцев, с участием которых проводились стендовые испытания 1-го этапа работы (см. выше).

Программа контрольных медицинских и функциональных исследований в течение года после окончания 100-суточной герметизации была направлена на детальную оценку механизмов физиологической и психофизиологической реадaptации добровольцев, их заболеваемости, возможных отклонений функционального состояния и работоспособности, обусловленных проведенными стендовыми испытаниями. Программа исследований включала 10 контрольных этапов. Длительность каждого этапа составляла 6–10 дней, в течение которых проводились клинико-лабораторно-инструментальные, физиологические, психофизиологические, психодиагностические и иные исследования. Первый этап обследования был проведен с 3-х по 8-е сутки после окончания 100-суточной герметизации, второй этап — с 25-х по 28-е сутки после герметизации. Остальные 8 этапов проводились с периодичностью 1 раз в 1,5 месяца.

Для исключения возможного риска развития грубой органической патологии органов и тканей, связанного с длительным воздействием особых условий обитаемости, на заключительном этапе лонгитюдного наблюдения был проведен повторный анализ крови испытуемых на содержание типовых онкомаркеров и других маркеров «внутреннего повреждения».

Кроме этого, в конце 12-месячного периода наблюдения было проведено углубленное медицинское обследование добровольцев по программе периодических медицинских осмотров на предмет «допуска к работам под водой, выполняемым работниками, пребывающими в газовой среде в условиях повышенного давления, и допуска к работе с РВ» (по Приказу МЗ и СР РФ № 302н¹).

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием п.п.п. Statistica v.10,0. Данные представляли в виде медиан (Me), ниж-

¹ Приказ Минздравсоцразвития РФ «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» № 302н от 12 апреля 2011 г.

них и верхних квартилей (Q25, Q75). Значимость различий показателей в динамике наблюдения определяли по критерию Вилкоксона. Критическим принимали уровень значимости $p < 0,05$.

душей (до начала стендовых испытаний) их жизнедеятельностью.

Для иллюстрации выявленных закономерностей в таблице представлены результаты тести-

Таблица

Результаты тестирования добровольцев (n=6) по методике «ОФС» на этапах отдаленного наблюдения, Ме (Q25; Q75)

Table

The results of testing volunteers (n=6) according to the method of «OFS» at the stages of remote observation, Me (Q25; Q75)

Показатель, балл	Исходное состояние	Этап отдаленного наблюдения (месяц после окончания герметизации)					
		1 (1–2-й мес)	2 (3–4-й мес)	3 (5–6-й мес)	4 (7–8-й мес)	5 (9–10-й мес)	6 (11–12-й мес)
Физические функции	36 (36; 36)	36 (35; 36)	36 (34; 36)	36 (35; 36)	36 (36; 36)	35 (35; 36)	36 (35; 36)
Психические функции	28 (26; 28)	28 (26; 28)	27 (27; 28)	27 (26; 28)	27 (27; 28)	26 (25; 28)	28 (27; 29)
Соц. функции (работа)	23 (21; 24)	24 (21; 24)	23 (22; 22)	24 (21; 22)	23 (21; 23)	23 (20; 24)	23 (22; 24)
Соц. функции (активность)	12 (9; 12)	12 (10; 12)	11 (11; 11)	11 (10; 12)	12 (11; 12)	12 (10; 12)	12 (10; 12)
Соц. функции (взаимодействие)	28 (26; 29)	27 (25; 28)	27 (25; 28)	27 (26; 28)	27 (25; 28)	27 (26; 28)	27 (25; 28)
Работоспособность	5 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	5 (5; 5)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	5 (5; 6)
Трудопотери по болезни	6 (6; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	5 (5; 6)	4 (4; 5)	5 (5; 5)	5 (5; 6)
Снижение работоспособности	6 (6; 6)	6 (5; 6)	5 (5; 5)	5 (5; 6)	5 (4; 5)	6 (6; 6)	6 (6; 6)
Качество сексуальной жизни	6 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (6; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)	6 (5; 6)
Коммуникативность	5 (4; 5)	5 (4; 6)	5 (5; 6)	5 (5; 6)	5 (5; 6)	5 (4; 6)	5 (4; 6)
Общее состояние здоровья	4 (4; 5)	5 (4; 6)	5 (4; 5)	5 (5; 5)	5 (4; 5)	5 (4; 6)	5 (4; 6)

Исследования выполнялись в соответствии с положениями и принципами действующих международных и российских законодательных актов. На период испытаний добровольцы были застрахованы на предмет нарушений состояния здоровья. Легитимность проведенных исследований подтверждена заключением независимого этического комитета.

Результаты. Основным итогом проведенных проспективных исследований явилось отсутствие нарушений состояния психического и соматического здоровья у всех добровольцев в течение 12 месяцев наблюдения. Также ни у одного из участников испытаний не было отмечено роста простудной заболеваемости, снижения резистентности организма, стрессоустойчивости, качества жизни и иных явных отклонений, которые могли бы быть следствием негативного влияния герметизации в регулируемых НГТС, по сравнению с преды-

дующим периодом тестирования добровольцев по анкете «Опросник функционального состояния — ОФС»¹, где представлен ряд субъективных категорий, характеризующих качество жизни человека за предшествующий тестированию контрольный период.

Судя по представленным данным, рассматриваемый период наблюдения добровольцы характеризовали как достаточно позитивный в отношении своего субъективного состояния и качества жизни. В частности, отмечена высокая самооценка физических качеств (медианы 35–36 баллов, при максимальных 36), и психических функций (медианы 26–28 баллов, при максимуме 30). При этом фактически на максимально возможном уровне находились шкалы самооценки социально ролевых функций («работа», «активность», «взаимодействие»). Показатели шкал, отражающих степень профессиональной адаптации («работоспособность», «заболеваемость», «временное ухудшение самочувствия

¹ Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации / под ред. А. Н. Беловой, О. Н. Щепетовой. М.: Антидор, 2002. с. 190–192.

и работоспособности»), у всех испытуемых за период наблюдения также сохранялись на высоком уровне. В частности, «показатель работоспособности» составлял 5–6 баллов (при максимальных 6).

Показатели утомления и числа дней, когда обследованные лица отмечали недомогание, снижение активности и другие признаки ухудшения функционального состояния и работоспособности, за весь период наблюдения колебалось в пределах 0–12 сут за месяц, при медианах данной шкалы 4–6 баллов, косвенно подтверждая сохранение «достаточного уровня адаптационных способностей».

Субъективная оценка испытуемыми качества своей сексуальной жизни также на протяжении всего периода наблюдения (5–6 баллов) была приближена к максимально возможной (6 баллов). По результатам статистической обработки данных, в рассматриваемом отдаленном периоде наблюдения (1–12-й месяц после окончания испытаний) значимых направленных изменений значений всех показателей шкал теста ОФС по сравнению с первичным обследованием (за несколько недель до начала герметизации) не выявлено.

Анализ результатов остальных функциональных исследований также позволил убедиться в отсутствии негативных отдаленных последствий на тестируемые физиологические и психические качества добровольцев.

Проведенные исследования, направленные на оценку состояния внутренней среды организма испытуемых, стойких отклонений от референтных значений также не выявили. По результатам оценки уровня онкомаркеров к основным тканям организма был сделан вывод об отсутствии онкологической настороженности у всех добровольцев.

Подробно результаты указанных исследований будут приведены в наших последующих публикациях.

По результатам медицинского осмотра на предмет «допуска к работам под водой, выполняемым работниками, пребывающими в газовой среде в условиях повышенного давления, и допуска к работе с РВ», все добровольцы были повторно признаны допущенными к указанным видам работ.

Обсуждение. Несмотря на полученные обнадеживающие результаты, мы понимаем, что внедрение пожаробезопасных ГГС на перспективные ПЛ является трудной, многоплановой и многоступенчатой проблемой, включающей как техническую, так и физиолого-медицинскую составляющие. Для решения данной проблемы необходим дальнейший комплекс работ и исследований, где будут уточнены и преодолены возможные препятствия, расширен спектр и длительность обследований, увеличено число добровольцев, выполнены натурные испытания на реальных объектах ВМФ.

В «Руководстве по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда»¹ (далее — Руководство) гипоксия не указана как вредный или опасный фактор труда. Однако при оценке класса вредности условий труда на объекте с ГГС следует учитывать не только изолированное воздействие гипоксии, но и комплекс других факторов, в частности, интенсивность трудового процесса. В соответствии с разделом 5.10 «Тяжесть и напряженность труда» Руководства, условия труда на объекте с ГГС, в особенности при возникновении аварийной ситуации, по показателям напряженности трудового процесса (таблица 18 Руководства) с учетом требований п. 5.10.2 (при наличии двух и более показателей класса 3.1 и 3.2 условия труда по тяжести трудового процесса оцениваются на 1 степень выше) можно отнести к классам 3.2 и 3.3. Более высокие классы тяжести условий труда (3.4 и 4) для объекта с ГГС не характерны, поскольку ни в период самой длительной герметизации, ни после ее окончания у добровольцев не регистрировали нарушений состояния здоровья, сопровождавшихся потерей общей или профессиональной трудоспособности, связанных с пребыванием в ГГС, или роста хронической и общей заболеваемости.

В данной работе у всех добровольцев, участвовавших в исследовании, к окончанию наблюдения период трудовой деятельности не закончился. Это позволяет сделать вывод об отсутствии влияния условий труда в объекте с ГГС на здоровье человека только на протяжении промежутка времени, в течение которого велось наблюдение.

¹ «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. критерии и классификация условий труда (Руководство Р 2.2.2006-05)» / Утв. Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 29 июля 2005 г. Дата введения: 1 ноября 2005 г.

Вышеизложенные аргументы приводят к следующему заключению: несмотря на то что длительная герметизация в заданных ГГС, в том числе при их регулировании, не привела к нарушениям состояния здоровья, снижению/потере общей и профессиональной трудоспособности, а также росту общей и хронической заболеваемости, для того чтобы сделать окончательное заключение о безопасности повторного воздействия ГГВС в сроки более 12 месяцев после первой герметизации также требуются дополнительные исследования.

Заключение. Таким образом, судя по полученным на данном этапе исследований данным, длительная (100 суток) герметизация в заданных НГГС с периодическим регулированием их состава не сопровождается негативными отдаленными последствиями для здоровья человека, утратой общей и профессиональной трудоспособности, а также ростом общей и обострением хронической заболеваемости. Полученные результаты предварительно подтверждают допустимость применения подобных сред на перспективных заказах ВМФ для повышения их пожаробезопасности.

Сведения об авторах:

Иванов Андрей Олегович — доктор медицинских наук, профессор, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела (обитаемости кораблей и медицинского обеспечения личного состава Военно-Морского Флота) Научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения Военно-Морского Флота Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Н. Г. Кузнецова» Министерства обороны Российской Федерации; 197101, Санкт-Петербург, ул. Чапаева, д. 30; e-mail: ivanoff65@mail.ru; ORCID 0000-0002-8364-9854; SPIN 5176-2698;

Беляев Виктор Федорович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского отдела (обитаемости кораблей и медицинского обеспечения личного состава Военно-Морского Флота) Научно-исследовательского института кораблестроения и вооружения Военно-Морского Флота Военного учебно-научного центра Военно-Морского Флота «Военно-морская академия имени Н. Г. Кузнецова» Министерства обороны Российской Федерации; 197101, Санкт-Петербург, ул. Чапаева, д. 30; e-mail: viktme@mail.ru; ORCID 0000-0002-4776-78/X; SPIN 1225-7174;

Безкишкий Эдуард Николаевич — доктор медицинских наук, доцент, начальник медицинской службы федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова»; 198035, Санкт-Петербург, Двинская ул., д. 5/7; e-mail: bez1970@mail.ru; ORCID 0000-0002-1534-8881; SPIN 7041-4898;

Шатов Дмитрий Викторович — кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой судебной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 344022, Ростов-на-Дону, Нахичеванский пер., д. 29; e-mail: shatovdv@mail.ru; ORCID 0000-0002-5833-0403; SPIN 1610-6721;

Грошилин Сергей Михайлович — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 344022, Ростов-на-Дону, Нахичеванский пер., д. 29; e-mail: sgroshilin@rambler.ru; ORCID 0000-0003-2782-7094; SPIN 3980-0099, AuthorID: 652589;

Сафонов Дмитрий Владимирович — кандидат медицинских наук, главный врач муниципального бюджетного учреждения здравоохранения «Городская больница скорой медицинской помощи» г. Таганрога; 347930, г. Таганрог, Большой проспект, д. 16; e-mail: 2293091@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9472-5114>

Information about authors:

Andrey O. Ivanov — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Senior Researcher of the Research Department (Ship habitability and medical support of the Navy personnel) Scientific Research Institute of Shipbuilding and Armaments of the Navy of the MTSC of the Navy «Naval Academy named after N. G. Kuznetsov», 197101, St. Petersburg, st. Chapaeva, 30; e-mail: ivanoff65@mail.ru, SPIN-code: 5176-2698. ORCID: 0000-0002-8364-9854;

Viktor F. Belyaev — Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher of the Research Department (Ship habitability and medical support of the Navy personnel) Scientific Research Institute of Shipbuilding and Armaments of the Navy of the MTSC of the Navy «Naval Academy named after N. G. Kuznetsov», 197101, St. Petersburg, st. Chapaeva, 30. SPIN 1225-7174; ORCID 0000-0002-4776-78/X. e-mail: viktme@mail.ru;

Eduard N. Bezkishkiy — Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of Medical Service Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping, 198035, St. Petersburg, Dvinskaya st., 5/7; ORCID 0000-0002-1534-8881; SPIN 7041-4898; e-mail: bez1970@mail.ru;

Dmitriy V. Shatov — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department of Forensic Medicine Rostov State Medical University, 344022, Rostov-on-Don, Nakhichevan lane, 29; ORCID 0000-0002-5833-0403; SPIN 1610-6721; e-mail: shatovdv@mail.ru;

Sergey M. Groshilin — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Life Safety and Disaster Medicine Rostov State Medical University, 344022, Rostov-on-Don, Nakhichevan lane, 29; SPIN-код: 3980-0099, AuthorID: 652589; ORCID 0000-0003-2782-7094; e-mail: sgroshilin@rambler.ru;

Dmitriy V. Safonov — Cand. of Sci. (Med.), chief physician of City Emergency Hospital, Taganrog, 347930, Taganrogr, Bolshoy Prospekt, 16. tel. 8 (918) 555-07-60; e-mail: 2293091@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9472-5114/>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом. Вклад в концепцию и план исследования — *А. О. Иванов, В. Ф. Беллев.* Вклад в сбор и математический анализ данных — *Э. Н. Безкишский, А. О. Иванов, Д. В. Сафоно.* Вклад в подготовку рукописи — *А. О. Иванов, С. М. Грошилин, В. Ф. Беллев, Д. В. Сафоно.*

Author contribution. All authors equally participated in the preparation of the article in accordance with the ICMJE criteria.

Special contribution: *AOI, VFB* contribution to the concept and plan of the study. *ENB, AOI, DVS* contribution to the collection and mathematical analysis of data. *SMG* contribution to the preparation of the manuscript.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Angerer P., Nowak D. Working in permanent hypoxia for fire protection-impact on health // *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2003. Vol. 76 (2). P. 87–102. doi: 10.1007/s00420-002-0394-5.
2. Gustafsson C., Gennser M., Ornhagen H., Derefeldt G. Effects of normobaric hypoxic confinement on visual and motor performance // *Aviat. Space Environ. Med*. 1997. Vol. 68 (11). P. 985–992.
3. Kim Chul-Ho, Edward J. R., Seo Y. et al. Low intensity exercise does not impact cognitive function during exposure to normobaric hypoxia // *J. Physiol. Behav*. 2015. Vol. 151. P. 24–28. doi: 10.1016/j.physbeh.2015.07.003.
4. Солдатов П.Э., Смирнов И.А., Смоленская Т.С., Гурьева Т.С., Дадашева О.А., Лысенко Л.А., Ильин В.К., Соловьева З.О. Физиологически активные газовые смеси наоснове аргона как средство для создания пожаробезопасных газовых сред гермообъектов различного назначения // *Авиакосмическая экологическая медицина*. 2008. Т. 42, № 2. с.45–52. Soldatov P.E., Smirnov I.A., Smolenskaya T.S., Gurieva T.S., Dadasheva O.A., Lysenko L.A., Ilyin V.K., Solovieva Z.O. Fiziologicheski aktivnyye gazovyye smesi na osnove argona kak sredstvo dlya sozdaniya pozharobezopasnykh gazovykh sred germoob`yektov obshchego naznacheniya // *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*. 2008. T. 42, No. 2. S. 45–52. [Soldatov P.E., Smirnov I.A., Smolenskaya T.S., Gurieva T.S., Dadasheva O.A., Lysenko L.A., Ilyin V.K., Solovieva Z.O. Physiologically active argon-based gas mixtures as a means of creating fire-safe gaseous environments in pressurized modules of varying purpose. *Aviakosm. Ekolog. Med.*, 2008, Vol. 42, No. 2, pp. 45–52 (In Russ.)].
5. Miller J.M., Lambertsen C.J. Project Test: an open sea study of prolonged exposures to a nitrogen-oxygen environment at increased ambient pressure // *Underwater Pfyiology: Proc. 4th symp.* New York: Acad. press, 1971. P. 551–558.
6. Shvarts, E. Advantages of a low — oxygen environment in space cabins // *Aviat. Space Environ. Med*. 1990. Vol. 61, No. 3. P. 272–276.
7. Ищенко А.Д., Роечко В.В., Малыгин И.Г. Пожарная опасность иособенности тушения пожаров энергетических установок ипомещений судов // *Морские интеллектуальные технологии*. 2018. Т. 1, № 39 (1). с.89–94. Ishchenko A.D., Roenko V.V., Malygin I.G. Pozharnaya opasnost' i osobennosti tusheniya pozharov energeticheskikh ustanovok i pomeshcheniy sudov // *Morskiye intellektual'nyye tekhnologii*. 2018. T. 1, No. 39 (1). S. 89–94. [Ishchenko A.D., Roenko V.V., Malygin I.G. Fire danger and features of extinguishing fires of power plants and ship premises. *Marine Intelligent Technologies*, 2018, Vol. 1, No. 39 (1), pp. 89–94 (In Russ.)].
8. Никитинский А.И. Анализ гибели подводных лодок в мирное время и разработка предложений по зонам спасения // *Материалы науч.-теор. конф., посв. 75-летию УПАСР ВМФ. Ломоносов, 1996. с.12–15 Nikitinsky A.I. Analiz gibelii podvodnykh lodok v mirnoye vremya i razrabotka predlozheniy po zonam spaseniya // *Materialy nauch.-teor.**

konf., posv. 75-letiyu UPASR VMF. Lomonosov, 1996. S. 12–15. [Nikitinsky A.I. Analysis of the death of submarines in peacetime and the development of proposals for rescue zones. Proceedings of scientific-theor. conf., dedicated 75th anniversary of the UPASR Navy. Lomonosov, 1996, pp. 12–15 (In Russ.)].

9. Иванов А.О., Петров В.А., Ерошенко А.Ю., Беляев В.Ф., Барачевский Ю.Е. Оценка допустимости 100-суточной герметизации человека в нормобарических газовых средах, повышающих пожаробезопасность обитаемых гермообъектов // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 2. с.77–87. Ivanov A.O., Petrov V.A., Yeroshenko A.Ye., Belyaev V.F., Barachevsky Yu.E. Otsenka dopustimosti 100-sutochnoy germetizatsii cheloveka v normobaricheskikh gazovykh sredakh, povyshayushchikh pozharobezопасnost' obitayemykh germoob»yektov // *Morskaya meditsina*. 2022. Т. 8, No 2. S. 77–87. [Ivanov A.O., Petrov V.A., Yeroshenko A.Ye., Belyaev V.F., Barachevsky Yu.E. Assessment of admissibility of 100-day human sealing in normobaric gaseous environments, increasing fire safety of habitated hermoobjects // *Marine Medicine*. 2022. Vol. 8, No. 2. P. 77–87 (In Russ.)]. DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2022-8-2-77-87>.