

**ВАРИАНТЫ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ
ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ В
ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ГАЗОВЫХ СРЕДАХ**

¹Ерошенко А.Ю. ¹Иванцов В.А., ²Чернов Д.А., ³Багдасарьян А.С.,
¹Слесарев Ю.М.,

*1 - ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Россия, г. Ростов-на-Дону;*

*2-УО «Гомельский государственный медицинский университет» Минздрава
Республики Беларусь, г. Гомель;*

*3-ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет»
Минздрава России, Россия, г. Краснодар;*

Введение. Освоение человеком новых, ранее необитаемых мировых пространств для осуществления в них особых видов деятельности стимулировало создание замкнутых экологических систем (обитаемых герметизируемых объектов), обеспечивающих жизнь человека в искусственно созданных и поддерживаемых условиях. К ключевым характеристикам подобных энергонасыщенных и высоко технологичных систем (подводные, воздухоплавательные, космические объекты), кроме обитаемости, относится безопасность их эксплуатации, причем, прежде всего, пожарная безопасность [1, 2, 8]. К перспективным направлениям в обеспечении пожаробезопасности обитаемых герметизируемых объектов, в частности, подводных лодок (ПЛ) является создание в их объеме искусственных гипоксических газовых сред, пригодных для дыхания, обеспечивающих работоспособность личного состава на заданном уровне и при этом не поддерживающих или значительно снижающих горючесть материалов, жидкостей и технических сред объекта [1, 11]. Поскольку основные характеристики пожара (температура горения материалов, скорость горения и выделения тепла, время индукции пламени и другие) напрямую детерминированы концентрацией кислорода в газовой среде, именно разработка искусственных гипоксических газоздушных сред (ГГС) открывает перспективы системного снижения риска возникновения возгораний и пожаров на обитаемых гермообъектах [1, 11].

В данной работе представлены эмпирические результаты, полученные в ходе стендовых испытаний и раскрывающие типовые особенности (паттерны) психофизиологической адаптации человека при 100-суточной изоляции в пожаробезопасных нормобарических ГГС (НГГС) с содержанием кислорода в азоте около 18% об. Поскольку известно, что дефицит кислорода в окружающем воздухе, прежде всего, негативно отражается на функционировании высших отделов центральной нервной системы (ЦНС), **целью** исследования явилась комплексная оценка возможности полноценной психофизиологической адаптации человека к заданным условиям обитаемости и характеристика вариантов течения адаптации.

Материалы и методы. Исследование выполнено на базе испытательного стенда [6], конструкция которого позволяла в течение длительного времени непрерывно поддерживать в 2 жилых помещениях НГГС заданного состава. Содержание CO_2 в жилых помещениях стенда в течение всего периода изоляции составляло не более 0,8 % об., что является предельно допустимым для ГОО.

К испытаниям были привлечены 6 добровольцев-мужчин в возрасте 28-35 лет (5 человек, условные №№ 1-4, 6) и 53 лет (1 человек, условный № 5), подписавших добровольное информированное согласие на участие в исследованиях и застрахованных на весь период 100-суточной изоляции на случай причинения вреда здоровью. За месяц до герметизации добровольцам проведено углубленное медицинское обследование, по результатам которого они были признаны годными к выходу в море на ПЛ сроком до 3,5 мес.

Для обобщенного анализа индивидуальных особенностей (паттернов) адаптации испытуемых при изоляции в заданных НГГС использовались следующие стандартизированные психофизиологические методики: сложная сенсомоторная реакция (реакция выбора с переключением), простая сенсомоторная реакция, реакция на движущийся объект (количество точных реакций), треморометрия статическая и динамическая (количество касаний и время касания), критическая частота слияния мельканий. Все перечисленные методики выполнялись согласно методическим рекомендациям [5] и были реализованы на автоматизированном диагностическом комплексе «Поли-Спектр» («Нейрософт», РФ).

Построение индивидуальных паттернов работоспособности осуществлялась по алгоритму, разработанному Е.И. Деревянко на основе непараметрической статистики и обобщающему результаты использованных психофизиологических тестов в виде регрессионных моделей [3]. Статистический анализ временных рядов осуществлялся методом полиномиальной регрессии (статистический пакет PAST) с вычислением коэффициента детерминации Фишера (R^2), по которому оценивали информационную способность (валидность) модели. Валидными считали модели при $R^2 > 0,7$ [9].

Результаты и обсуждение. Психофизиологические исследования проводились в исходном состоянии (несколько раз в течение 2 мес. перед испытаниями), 1 раз каждые 10 дней в период стендовых испытаний и через 5-6 сут. после их окончания.

Анализ полученных результатов выявил несколько типовых паттернов динамики психофизиологической адаптации (операторской работоспособности) при изоляции в заданных НГГС. Так, у добровольцев №4 и № 5 отмечено постепенное нарастание работоспособности в ходе испытаний с кратковременным пиком в период 60-70 суток и затем возвращением к уровню плато (50-е сут.) вплоть до окончания периода изоляции. У добровольцев № 3 и № 6 кривая операторской работоспособности представляла собой плавное нарастание психофизиологических качеств в начале эксперимента, формирование плато

в период 30-80-х суток, а затем плавное незначительное снижение к окончанию испытаний. У испытуемого № 2 на начальных этапах изоляции (до 30-х суток) имела место максимальная (за весь период наблюдения) мобилизация психофизиологических качеств, обеспечивающих операторскую деятельность, а затем – возврат кривой работоспособности к исходному уровню. Регрессионная модель сенсорной работоспособности добровольца № 1 имела низкий коэффициент детерминации ($R^2=0,54$), следовательно, динамика работоспособности у этого добровольца носила случайный (стохастический) характер, не зависела от периода испытаний и других внешних факторов.

Обобщая полученные данные, можно заключить, что паттерны психофизиологической адаптации человека к моделируемым в испытаниях измененным условиям обитаемости могут включать до 4 характерных фаз, которые можно условно обозначить как фазы мобилизации, гиперкомпенсации, компенсации и субкомпенсации [4]. Фаза мобилизации (в случае наличия) включает период с 1-го и максимально до 30-го дней изоляции. Так, у добровольцев №3 и №6, у которых данная фаза имела место, зарегистрировано незначительное снижение работоспособности (10-е сутки), а затем плавный ее прирост. По всей видимости, данный феномен характеризует первичную реакцию человека на резкое изменение условий обитания и характера раздражителей и может рассматриваться как «первичная реакция» в ходе адаптационного процесса. Основная задача мобилизационного периода - повышение тонуса и активации различных отделов ЦНС для обеспечения необходимого уровня интеллектуальной (операторской) производительности [4].

Закономерным результатом указанной фазы является выработка и установление оптимального режима функционирования организма, что приводит к относительной стабилизации психофизиологических качеств (фаза компенсации). Физиологический уровень активности систем и органов в данной фазе является оптимальным, необходимая мобилизация основных реакций и компенсаторных механизмов уже осуществлена, режим работы наиболее экономичен. Наблюдавшиеся у 2 добровольцев в период 85-100-х сут. изоляции снижение работоспособности (не превышавшее 10% от оптимального уровня) рассматривалось как формирование фазы «субкомпенсации». По всей видимости, данный феномен был связан с закономерно накопившимся утомлением и ожиданием окончания испытаний.

Особо стоит отметить, что только у испытуемого № 2 паттерн динамики работоспособности включал все 4 указанные выше фазы (мобилизации, гиперкомпенсации, компенсации и субкомпенсации). При этом смена фаз происходила относительно быстро, что может быть обусловлено слабым типом нервной деятельности данного обследуемого.

Обследования, выполненные после окончания 100-суточной изоляции, у всех добровольцев отражали закономерную реакцию организма на прекращение воздействия «стресс-фактора» и включение механизмов реадаптации к обычным условиям жизнедеятельности.

Заключение. Анализ динамики паттернов работоспособности добровольцев, находившихся длительное время в заданных НГГС, не позволил выявить наличия недопустимого влияния гипоксического фактора на оцениваемые психофизиологические качества. Выявленные типовые паттерны психофизиологической адаптации добровольцев отражали напряжение адаптационных механизмов организма к резко измененным условиям обитаемости (герметизация в НГГС), что, в целом, согласуется с существующими описаниями, полученными в стендовых и натурных исследованиях другими авторами [3, 10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Асташенко В.Г., Баранов Ю.И., Шайкин И.Г. Борьба с корабельными пожарами // Информационный сборник ПСС ВМФ. – 1991. – Вып. 3 (39). – С. 28-41.
2. ВМФ СССР и России аварии и катастрофы. Часть 1 (подводные лодки) // Приложение к Военно-морскому историческому обозрению. – 1997. - № 2 (6). - Спец. вып.. 1. - Харьков, 1997.- 40 с.
3. Деревянко Е.А. Интегральная оценка работоспособности при умственном и физическом труде. - М.: Экономика, 1990. – 188 с.
4. Зараковский Г.М., Королев Б.А., Медведев В.И., Шлаен П.Я. Диагностика функциональных состояний / Введение в эргономику. - М.: "Советское радио". 1974. - С. 94-110.
5. Методы исследования в физиологии труда / под ред. В.С. Новикова. – М.: Воениздат, 1993. - 280 с.
6. 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.
7. Петров В.А., Майоров И.В., Авлахов К.А., Иванов А.О., Михайленко В.С. Основные конструктивные решения и характеристики стенда для моделирования обитаемости и режимов жизнедеятельности «МОРЖ» // Материалы межотраслевой научно-практ. конф. «Кораблестроение в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы» (ВОКОР-16). – СПб.: НИИ КиВ ВМФ, 2017 – С. 59-61.
8. Сергеев Н. Гидронавты погибли в объёмном пожаре. Трагедия на атомной глубоководной станции произошла в районе полигона боевой подготовки Северного флота // Газета «Коммерсантъ» от 3 июля 2019.
9. Стрижов В.В. Методы индуктивного порождения регрессионных моделей. - М.: Вычислительный центр РАН, 2008. – 202 с.
10. Ушаков И.Б., Богомоллов А.В., Кукушкин Ю.А. Паттерны функциональных состояний оператора. М.: Наука. 2010. – 317 с.
11. 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). – СПб., 2014. - С. 115-118.