

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА
ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ НЕПРЕРЫВНОМ ПРЕБЫВАНИИ В УСЛОВИЯХ
ПОЖАРОБЕЗОПАСНОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЫ**ОАО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга»
(Россия, Санкт-Петербург, 17-я линия ВО, д. 4/6)

Освоение человеком космоса и океана неизбежно предполагает развитие замкнутых экологических систем – герметичных объектов, обеспечивающих жизнедеятельность человека в разных средах. Одной из основных проблем разработки искусственных экологических систем является создание таких условий обитаемости, которые бы, обеспечивая сохранение здоровья и работоспособности человека, с одной стороны, могли бы повысить уровень безопасности замкнутой системы в целом, главным образом, ее пожарозащищенность. В последние десятилетия оптимальное решение этой задачи предполагается на пути использования искусственных газовых сред, содержание кислорода в которых делает невозможным горение. Однако снижение объемного содержания кислорода в составе газовой среды создает условия гипоксии для людей, работающих в гермообъекте. Компромиссное решение было найдено при использовании индифферентных газов для замещения объемного содержания кислорода. Однако убедительных данных о влиянии таких газовых сред на работоспособность и функциональное состояние человека пока нет. В статье представлены результаты 60-суточных стендовых испытаний в условиях непрерывного пребывания человека в нормобарической гипоксической аргоновой среде (14 % – O_2 , 35 % – инертный газ).

Ключевые слова: пожаробезопасность, адаптация, психофизиологические качества, работоспособность, функциональное состояние, искусственная газовая среда, гипоксическая газовая среда.

Введение

Активное освоение человеком новых сред жизнедеятельности (космос, океан, подземные шахты) стимулировало создание искусственных замкнутых экосистем – гермообъектов с регулируемыми параметрами обитаемости. Угрозы безопасности жизнедеятельности человека в таких объектах и, в первую очередь, пожароопасность побуждают исследования, направленные на создание такой искусственной воздушной среды, которая не поддерживает горения материалов за счет снижения содержания в ней кислорода. Кислород в таких смесях замещается индифферентным газом, азотом. Однако такое решение задач обеспечения пожаробезопасности гермообъекта неизбежно поднимает вопрос о безопасности подобной среды для работающего человека. Показано, например, что длительное дыхание азотно-кислородной смесью неблагоприятно сказывается на здоровье испытуемых [12]. Такие инертные газы, как ксенон и криптон, из-за выраженного наркотического эффекта не рассматриваются в качестве замести-

телей кислорода, а газозоогазовые смеси, содержащие гелий, не вполне отвечают требованиям пожаробезопасности. Актуальной проблемой становится изучение воздействия таких смесей на функциональное состояние и работоспособность человека при длительном пребывании в герметичном объекте, где они формируются.

Методическим основанием для исследования воздействия факторов среды на состояние организма является теория адаптации. Адаптация, как системный процесс целостного организма, может быть рассмотрена в различных аспектах: морфологическом, физиологическом, психологическом и т. п. В аспекте функциональных состояний организма человека адаптация представляет собой формирование оптимального для новых условий жизнедеятельности состояния функций организма для поддержания жизнедеятельности и работоспособности. Деятельность человека в условиях гермообъекта осуществляется при воздействии не только физических (соматотропных) факторов обитаемости, но и психогенных

Алехин Анатолий Николаевич – д-р мед. наук проф., вед. науч. сотр., ОАО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга» (Россия, 199034, Санкт-Петербург, 17-я линия ВО, д. 4/6), e-mail: termesz59@mail.ru;

Иванов Андрей Олегович – д-р мед. наук проф., вед. науч. сотр., ОАО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга» (Россия, 199034, Санкт-Петербург, 17-я линия ВО, д. 4/6), e-mail: ivanoff65@mail.ru;

Петров Василий Александрович – канд. техн. наук, исп. директор, ОАО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга» (Россия, 199034, Санкт-Петербург, 17-я линия ВО, д. 4/6), e-mail: 79219959911@ya.ru;

Пульцина Кристина Игоревна – аспирант, мл. науч. сотр., ОАО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга» (Россия, 199034, Санкт-Петербург, 17-я линия ВО, д. 4/6), e-mail: lewiscarroll65@gmail.com.

факторов, таких как относительная сенсорная депривация, монотония, замкнутая социальная группа, предписывающая непривычные формы социальных интеракций. Адаптация в этих условиях сопровождается изменениями психического состояния. Таким образом, среди факторов обитаемости замкнутой экосистемы следует условно различать факторы первично соматотропного действия (физические факторы) и факторы психотропного действия (психологические реакции адаптации к измененным условиям жизнедеятельности) [1, 2]. Такое дифференцированное их исследование позволяет оценить вклад тех и других в динамику функциональных состояний организма человека для разработки медико-технических требований к системам жизнеобеспечения гермообъекта.

Цель исследования – анализ динамики состояний центральной нервной системы человека в процессе длительной герметизации в условиях искусственной гипоксической среды с содержанием инертного газа.

Материалы и методы

Исследование осуществляли на базе специально созданного экспериментального стенда-модели судовых помещений и оборудования (ОАО «Ассоциация разработчиков и производителей систем мониторинга», Санкт-Петербург), где формировались условия герметизации испытуемых в искусственной нормобарической газовой среде (ИНГС) с содержанием кислорода – 14 %, инертного газа – 35 %, CO_2 – не более 0,5 %.

В качестве испытуемых выступили 6 мужчин в возрасте 26–51 года, за 1 мес до герметизации прошедших углубленное медицинское обследование, по результатам которого были признаны годными к службе на Военно-морском флоте Минобороны России. Программа эксперимента одобрена этическим комитетом организации. На участие в эксперименте у испытуемых получено добровольное письменное согласие.

Для анализа функционального состояния испытуемых в процессе 60-суточного непрерывного пребывания в условиях стенда использовали клинические, психофизиологические и психологические диагностические процедуры.

В данной статье анализируются результаты динамического наблюдения состояния организма испытуемых в аспекте психофизиологических функций и психических состояний. В этой части исследований были использованы такие методики, как простая и сложная

сенсомоторная реакция и тест психомоторной бдительности [14, 15]. Методика психомоторной бдительности (Psychomotor vigilance test) представляет собой задачу на произвольное внимание. Идея использования показателей времени реакции (ВР) для оценки внимания, а также влияния депривации сна на работоспособность принадлежит D.F. Dinges, J.W. Powell [14]. В основе методики лежит теория регуляции когнитивной деятельности, основным постулатом которой является утверждение о том, что воздействие стресс-фактора проявляется в снижении управления когнитивными процессами. Методика представляла собой 10-минутный тест, где перед испытуемым стояла задача реагировать на световой раздражитель, появляющийся на экране монитора нажатием клавиши «пробел». Испытуемому давали инструкцию реагировать на стимул так быстро, насколько это возможно. Межстимульный интервал варьировал от 2 до 10 с, что позволяет описывать непосредственно процесс бдительности, ожидание появления стимула. Методика сложной сенсомоторной реакции включала оценку реакции выбора и реакции различения. Измеряется латентное время дифференцированной реакции испытуемого на появление на периферическом устройстве (приставке) светового сигнала различного цвета.

Для оценки субъективного состояния использовали: шкалу астенического состояния, шкалу тревоги Тейлора. Задачи по оценке простой и сложной сенсомоторной реакции реализовывали при помощи НС-Психотеста. Методику психомоторной бдительности осуществляли в программе PEBL 0.13.

Анализ динамики полученных в процессе наблюдения показателей проводили по методике расчета интегративного показателя – коэффициента стабильности функций [1], т.е. описание динамики показателей шкал астении и тревоги предполагало оценку индивидуальной нормы вариаций (характеристика распределения всего объема показателя по каждому испытуемому) и стандартного отклонения от нее. На основе полученных данных все оценки за период испытаний были перекодированы следующим образом: 0 – значение находится в диапазоне индивидуальной нормы реакции, 1 – значение выше индивидуальной нормы реакции, 1 – значение существенно ниже индивидуальной нормы реакции [1, 2].

Результаты и их анализ

К объективным показателям текущего состояния центральной нервной системы при-

нято относить скорость и точность сенсомоторных реакций различной степени сложности. Показано, что ВР является стационарной величиной, а варьирует в зависимости от условий, воздействующих на организм. Так, доказано влияние на показатели ВР таких факторов, как экстремальные условия труда, дефицит времени, предаварийные и аварийные ситуации, длительная операторская деятельность, условия пониженного атмосферного давления [4, 6], депривация сна [14, 15]. В современных исследованиях оценки ВР стали активно рассматриваться в когнитивной психологии в качестве показателя скорости переработки информации [14, 15].

Измерение ВР в зависимости от степени сложности ситуации показывает, что основная часть реакции приходится на долю собственно психического звена, что дает возможность рассматривать ее как характеристику длительности процесса переработки информации.

В любой сенсомоторной реакции можно выделить внутренний, «скрытый» этап, связанный с переработкой сенсорной информации, ее анализом и принятием решения об ответном действии, формированием системы команд по управлению этим действием и внешний – двигательный, открытый прямому наблюдению.

Наиболее распространенным методом измерения ВР является простая зрительно-моторная реакция. Данные оценок ВР испытуателя представлены на рис. 1. Как видно на представленных графиках (см. рис. 1), динамика ВР различается у разных испытуемых: у 4 из 6 (1-, 2-, 3-, 6-й испытуатель) наблюдается монотонное убывание ВР в 1-ю неделю по сравнению с данными фоновых исследований. У 4-го испытуателя ВР увеличивалось, а у 5-го испытуателя – не изменялось. Снижение ВР рассматривается как усиление реактивности нервных процессов. Чем больше уровень активации ЦНС в покое, тем меньше ожидаемое ВР.

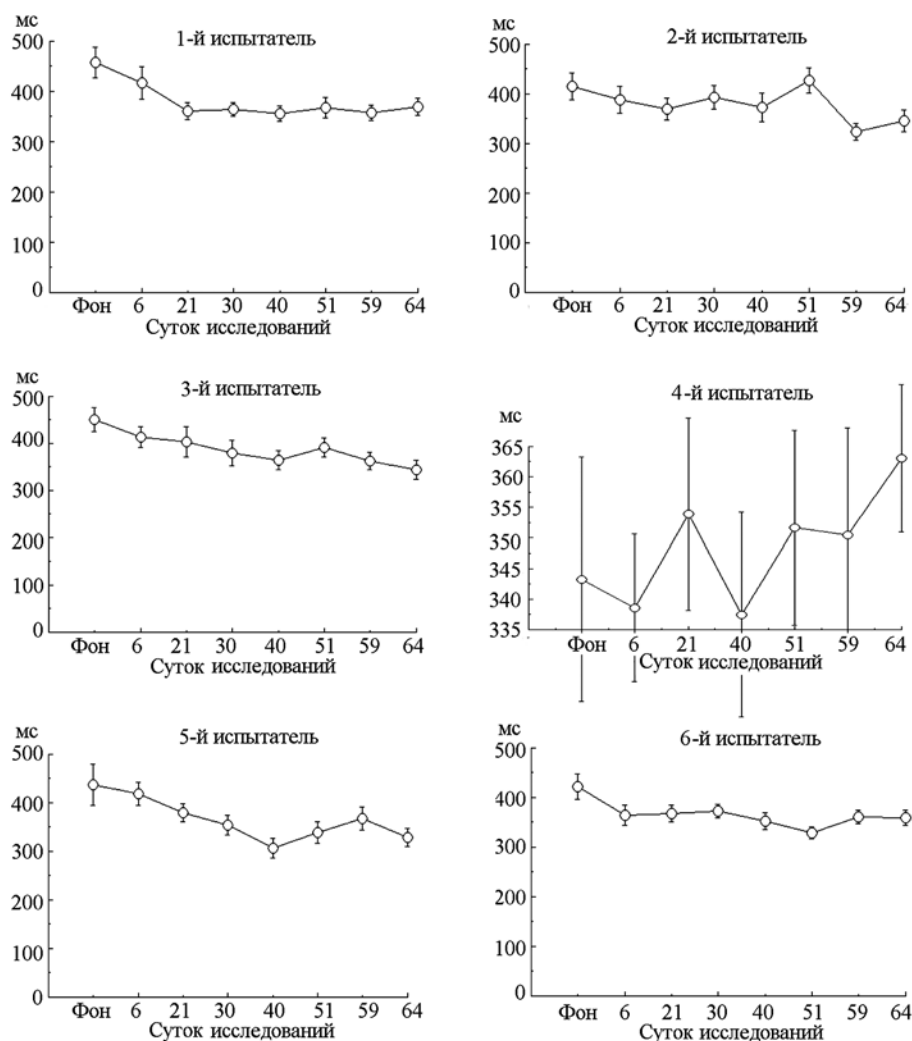


Рис. 1. Изменение времени простой сенсомоторной реакции (мс) (95 % доверительный интервал).

На 2-й неделе испытаний у 4 из 6 человек среднее ВР продолжает снижаться, в 2 случаях изменения отсутствуют и остаются на уровне 1-й недели испытаний.

В период 3-, 4-го и 5-го этапа исследования динамика ВР достоверно отсутствует у 4 из 5 испытуемых. В период 59 сут испытаний наблюдаются вариации ВР, в 2 случаях имеет место увеличение ВР, в остальных – снижение ВР.

Таким образом, динамика показателя ВР отражает общую стабилизацию функционального

состояния организма испытуемых в процессе адаптации. Особого внимания заслуживает вариация показателя ВР на заключительных этапах стендовых испытаний, что, как будет показано далее, обусловлено изменением психического состояния добровольцев.

Оценку состояния ЦНС осуществляли также с помощью показателя сложной сенсомоторной реакции. Методика предполагает регистрацию ВР выбора и реакций различения, где реакцией различения обозначают реакцию,

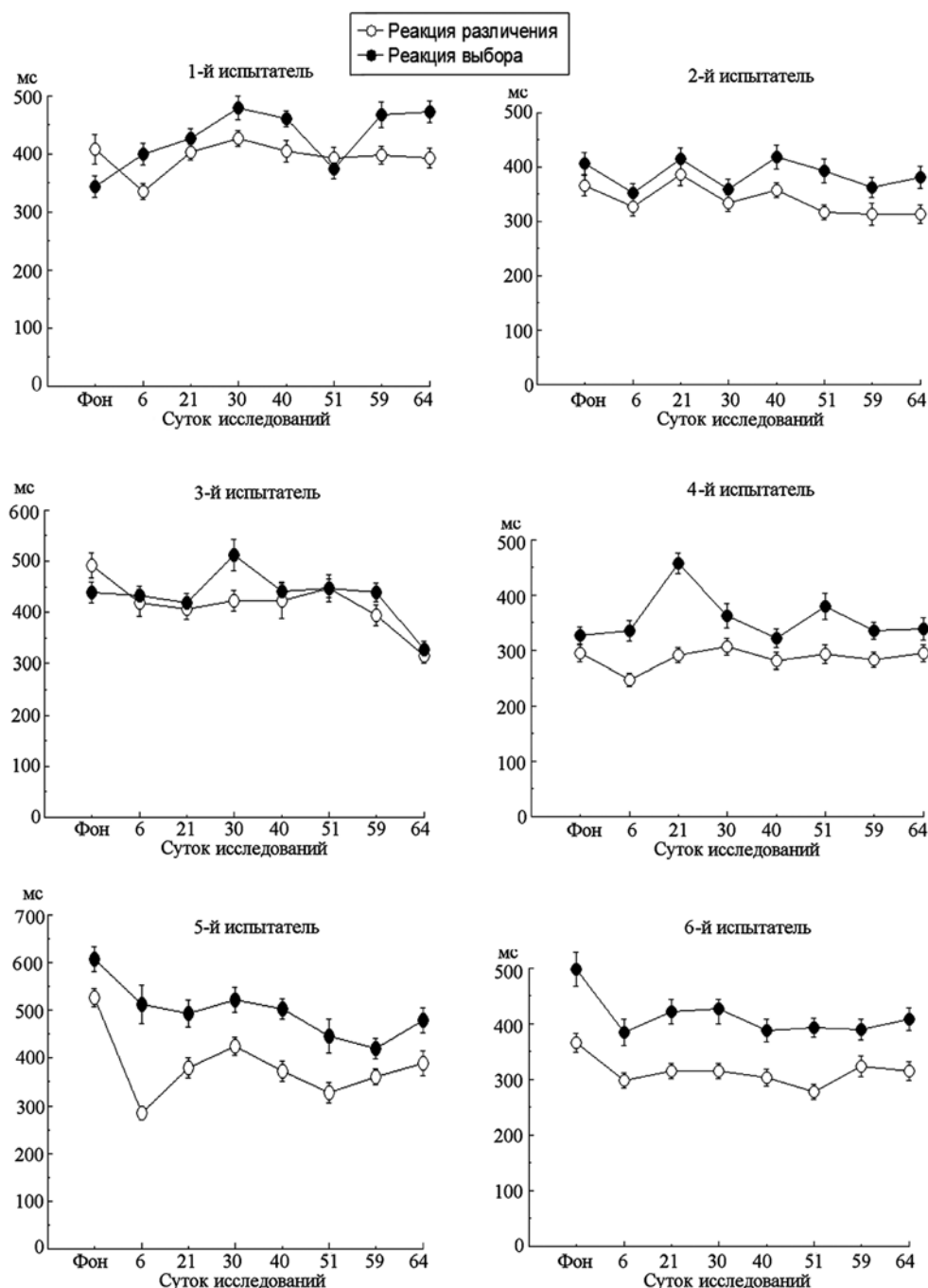


Рис. 2. Изменение времени сложной сенсомоторной реакции (95 % доверительный интервал).

которая осуществляется, когда человек должен реагировать только на один из двух или нескольких сигналов (буквы, звуки, слоги) и, соответственно, ответное действие должно совершаться только на этот сигнал. Сенсомоторная реакция выбора реализуется при предъявлении двух или нескольких сигналов, когда испытуемый должен отвечать на каждый из них разным действием.

Результаты динамического исследования времени сложной сенсомоторной реакции представлены на рис. 2. В период 1-й недели испытаний наблюдалось достоверное снижение среднего ВР различения (в 6 случаях), что, возможно, следует рассматривать как повышение активации и уровня бодрствования на уровне сенсорных систем, а также свидетельства ускорения опознания и категоризации стимула. На 2-м этапе исследований (20–21-е сутки) в 5 случаях из 6 наблюдался уже рост ВР различения, и значения показателя возвращались к исходному уровню.

На 3-м и 4-м этапах исследования достоверные изменения в показателях отсутствовали, отражая стабилизацию функционального состояния испытуемых. На последних этапах исследования (6-й и 7-й этап) наблюдались колебания показателей с тенденцией к снижению ВР различения и выбора (4 случая из 6), что характерно для так называемой стадии «конечного порыва», которая характеризуется мобилизацией ресурсов, притуплением усталости и повышением работоспособности за счет мотивационной и волевой сферы. Таким образом, по динамике времени сложной сенсомоторной реакции, так же как и в случае простой реакции, установлена инвариантная динамика, сопутствующая адаптации испытуемых в условиях работы на стенде.

В качестве показателей эффективности выполнения задания используются показатели среднего ВР и показатели ошибок. Ошибки включали в себя количество преждевременных нажатий на клавишу, а также нажатия на клавишу после 500 мс экспозиций стимула.

Анализ динамики ошибок, совершаемых испытуемыми в процессе выполнения заданий и выражающихся в виде преждевременных нажатий клавиш, показал наличие характерных закономерностей. Вариация совершаемых ошибок представлена графически на рис. 3. Для удобства прочтения графика число ошибок от 1-го к 6-му испытуемому условно увеличивали на 10 единиц.

В 1-ю неделю испытаний наблюдался рост ошибок, после чего происходило возвращение

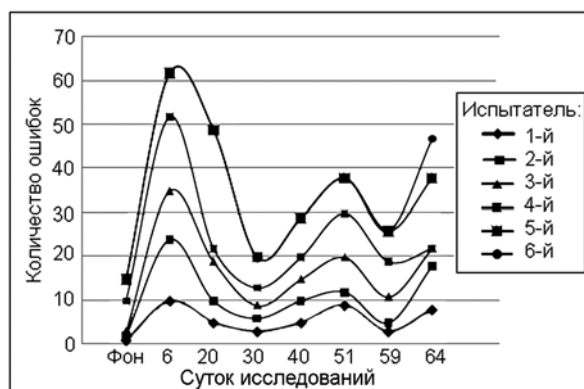


Рис. 3. Динамика количества совершаемых ошибок (точности внимания) при выполнении испытуемыми теста сенсомоторной бдительности.

на уровень фоновых показателей. Увеличение преждевременных нажатий является свидетельством роста латентного периода, т.е. расширение критерия принятия решения – это критическое значение в континууме наблюдений, служащих испытуемому основанием для суждения о наличии или отсутствии сигнала.

Широкий критерий принятия решений приводит к росту чувствительности сенсорной системы, что увеличивает вероятность «ложной тревоги». Показано, что рост сенсорной чувствительности указывает на увеличение роли участия в работе системы различных внесенсорных факторов, таких как мотивы, установки и эмоциональное состояние [6].

Как указывалось ранее, наряду с исследованием состояния сенсомоторных качеств у испытуемых, анализировалась динамика психического состояния. Известно, что наиболее часто встречающимися и сопряженными с производительностью труда эмоциональными нарушениями в условиях изоляции являются состояния тревоги, астенизации и смена настроения [2, 6, 15].

В таблице представлены результаты психодиагностических исследований, на основе которых осуществлялся расчет коэффициента стабильности эмоционального состояния. На рис. 4 представлена динамика вариативности состояний тревоги и астении. Для удобства прочтения графиков оценки по показателю тревоги сдвинуты на 1 единицу вверх.

Результаты психологических тестов ($M \pm \sigma$), балл

Испытатель	Шкала	
	тревоги	астении
1-й	5,3 ± 2,6	32,7 ± 2,7
2-й	6,2 ± 2,6	34,0 ± 2,5
3-й	3,0 ± 1,0	31,0 ± 0,7
4-й	1,6 ± 1,1	33,8 ± 1,0
5-й	7,7 ± 1,9	35,5 ± 4,0
6-й	5,2 ± 1,6	34,4 ± 1,0

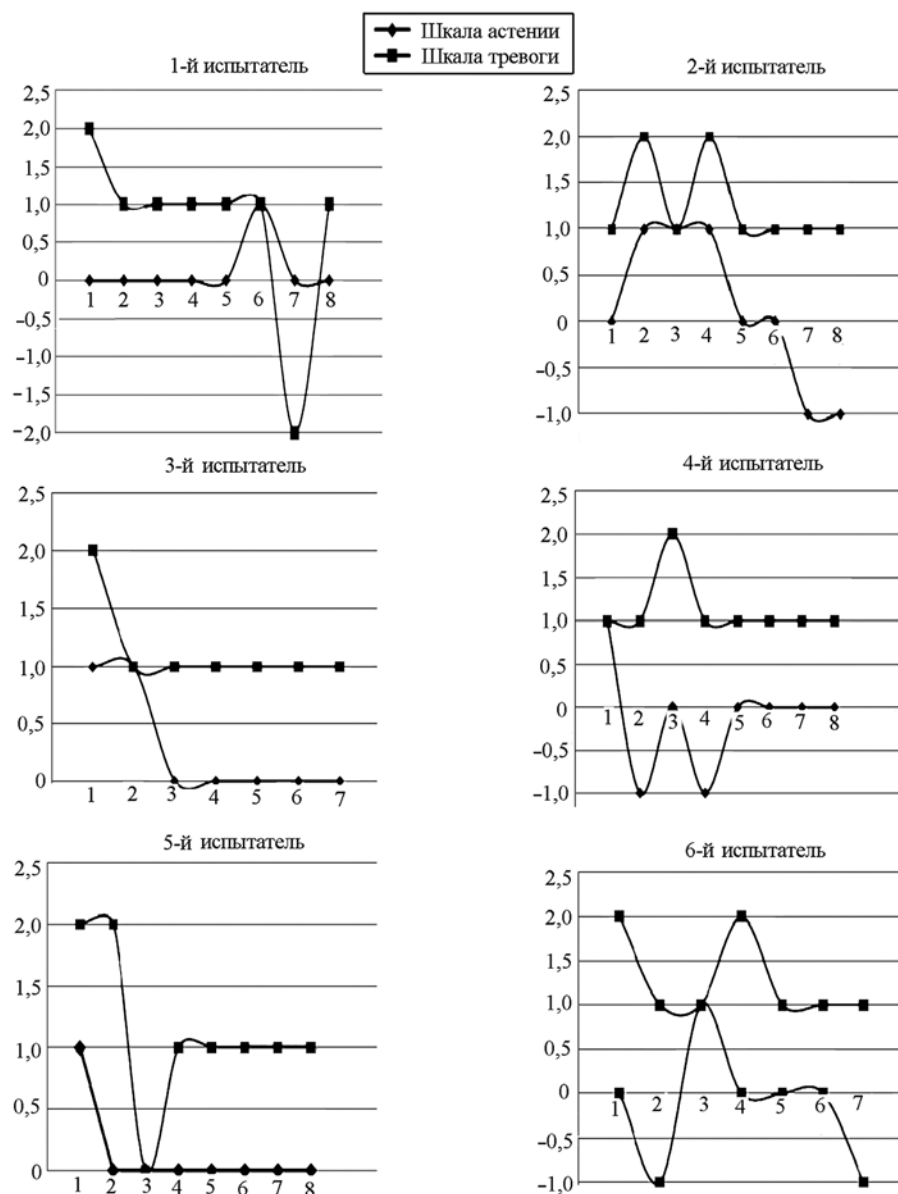


Рис. 4. Коэффициент стабильности показателей тревоги и астении в ходе испытаний, у.е. (1 – фон, 2 – 6-е сутки, 3 – 20-е сутки, 4 – 30-е сутки, 5 – 40-е сутки, 6 – 51-е сутки, 7 – 59-е сутки, 8 – 64-е сутки).

Из представленных данных следует, что показатели тревоги и астении в процессе испытаний (см. рис. 4) претерпевают закономерную динамику. У 4 из 6 испытуемых было зафиксировано снижение показателей (по отношению к фону) астении и у 5 – снижение тревоги в 1-ю неделю испытаний. В этой связи фоновое состояние можно описать как «предстартовое ожидание», для которого характерны повышение тонуса ЦНС и рост эмоционального напряжения [9], о чем свидетельствует повышение показателей тревоги на фоновом этапе и ее снижение в 1-ю неделю испытаний. Характерно, что повышение показателей тревоги сопровождается снижением показателей астении.

Заключение

Установлено, что наиболее выраженные изменения психофизиологического статуса у обследованных лиц наблюдались в 1-ю неделю стендовых испытаний. Такие изменения могут быть объяснены общей, психологически обусловленной мобилизацией организма, сопровождаемой ростом активации. Состояние тревоги, которое в данном контексте свидетельствует о повышении поисковой активности, сопровождается характерными изменениями психофизиологических индикаторов состояния, таких как снижение времени реакции, рост числа «ложных тревог». Подобное возрастание сенсорной чувствительности

может указывать на увеличение роли участия в работе системы различных «внесенсорных» факторов (мотивы, установки, эмоциональное состояние) [4, 13]. В настоящем случае таким внесенсорным фактором, по-видимому, являлось диффузное состояние тревоги, имевшее место у большинства испытуемых. Наблюдаемое эмоциональное возбуждение приводило к ускорению простых сенсомоторных процессов в виде уменьшения времени реакции и дифференциации стимулов.

В дальнейшем на 3-й и 4-й неделе испытаний наблюдалась стабилизация функционального состояния добровольцев, что, в частности, проявлялось в приближении их психофизиологических параметров к фоновому уровню. Параллельно повышались субъективные оценки самочувствия. Вместе с тем, наблюдался рост показателей астении и снижения активности, что может быть рассмотрено как «успокоение» и снижение интенсивности взаимодействия со средой. Традиционно этот этап адаптации обозначается как фаза «втягивания или вработывания», поскольку данные состояния сочетаются с нормативными показателями психофизиологической активности [9].

Однако на 6–7-й неделе вновь наблюдались положительные изменения психофизиологического состояния испытуемых. Отмечалось снижение времени реакции, что сопровождалось снижением точности внимания и увеличением количества совершаемых ошибок. Отмечалось повышение настроения, что, вероятнее всего, было обусловлено психологическими реакциями ожидания окончания испытаний. Если в период 1-й недели исследований подобные изменения, по нашему мнению, были связаны с состоянием тревоги, то в данном случае мы рассматривали их как «эффект конечного порыва».

В целом, динамика показателей психофизиологических функций у испытуемых соответствует полученным ранее данным и описывает традиционную смену фаз в динамике адаптационного процесса [1, 2, 7, 8]. Отсутствие выраженных изменений психофизиологического статуса испытуемых в раннем периоде после окончания герметизации (64-е сутки), а также предварительные результаты исследований, проведенных на отдаленном этапе (в течение полугода после окончания герметизации, что будет показано в наших последующих публикациях), дают основание для предварительного

заключения об отсутствии недопустимого влияния пребывания человека в заданных условиях измененной газовой среды на состояние психофизиологических функций и качеств.

Литература

1. Алехин А.Н., Дубинина Е.А. Этапы психической адаптации человека к экстремальным условиям профессиональной деятельности // Психология психических состояний : сб. науч. ст. Казань, 2014. Вып. 9. С. 404–428.
2. Алехин А.Н. Этапы психологической адаптации человека к экстремальным условиям профессиональной деятельности // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2009. № 3. С. 76–81.
3. Ананьев В.Н. Изменение поглощения кислорода в замкнутом пространстве при дыхании инертными газами // Здоровье и образование в XXI веке. Серия: Медицина. 2011. № 2. С. 150–153.
4. Бойко Е.И. Время реакции человека. М. : Медицина. 1964. 440 с.
5. Гринаковская О.С. Влияние газовых смесей с различным содержанием кислорода на культивируемые эндотелиальные и мезенхимальные стромальные клетки человека : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2007. 24 с.
6. Забродин Ю.М. Процессы принятия решения на сенсорно-перцептивном уровне // Проблемы принятия решений : сб. науч. ст. М., 1976. С. 33–55.
7. Короленко Ц.П. Психофизиология человека в экстремальных условиях. Л. : Медицина, 1978. 272 с.
8. Лебедев В.И. Личность в экстремальных условиях. М. : Политиздат, 1989. 303 с.
9. Машин В.А. К вопросу классификации функциональных состояний человека // Эксперим. психология. 2011. Т. 4, № 1. С. 40–56.
10. Медведев В.И. Адаптация человека. СПб. : Ин-т мозга человека РАН, 2003. 584 с.
11. Немчин Т.А. Состояние нервно-психического напряжения. Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 167 с.
12. Смолин В.В., Соколов Г.М., Павлов Б.Н., Демчишин М.Д. Глубоководные водолазные спуски и их медицинское обеспечение. М., 2004. Т. 2. 536 с.
13. Экспериментальная психология [пер. с фр.] / под ред. П. Фресса, Ж. Пиаже. М., 1966. Вып. 1, 2. 301 с.
14. Dinges D.F., Powell J.W., Microcomputer analysis of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations // Behav. Res. Meth. Instrum. Comput. 1985. Vol. 6. P. 652–655.
15. Doran S.M., Van Dongen H.P., Dinges D.F. Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability // Arch. Ital. Biol. Neurosci. 2001. Vol. 139. P. 253–267.
16. Vakoch D.A. Psychology of space exploration. Washington : NASA. 2011. 254 p.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2015. N 3. P. 104–111.

Alekhin A.N., Ivanov A.O., Petrov V.A., Pul'tsina K.I. Psikhofiziologicheskie aspekty adaptatsii cheloveka pri dlitel'nom nepreryvnom prebyvanii v usloviyakh pozharobezopasnoi iskusstvennoi gazovoi sredy [Psychophysiological aspects of human adaptation to prolonged uninterrupted stay in a fireproof artificial gas environment]

Public Limited Company "Association of developers and producers of monitoring systems"
(Russia, 199034, Saint-Petersburg, 17 line of Basil Island, 4/6)

Alekhin Anatolij Nikolaevich – Dr. Med. Sci. Prof., Leading Research Associate, Public Limited Company "Association of developers and producers of monitoring systems" (Russia, 199034, Saint-Petersburg, 17th line of Basil Island, 4/6), e-mail: termez59@mail.ru;

Ivanov Andrej Olegovich – Dr. Med. Sci., Prof., Leading Research Associate, Public Limited Company "Association of developers and producers of monitoring systems" (Russia, 199034, Saint-Petersburg, 17th line of Basil Island, 4/6), e-mail: ivanoff65@mail.ru;

Petrov Vasilij Aleksandrovich – PhD in Engineering, Executive director, Public Limited Company "Association of developers and producers of monitoring systems" (Russia, 199034, Saint-Petersburg, 17th line of Basil Island, 4/6), e-mail: 79219959911@ya.ru;

Pul'tsina Kristina Igorevna – PhD Student, Junior Research Associate, Public Limited Company "Association of developers and producers of monitoring systems" (Russia, 199034, Saint-Petersburg, 17th line of Basil Island, 4/6), e-mail: lewiscarroll65@gmail.com.

Abstract. Human exploration of space and ocean ultimately involves the development of loop ecological systems – hermetic objects that provide human activity in different environments. One of the main tasks of artificial ecological systems is to maintain human health and performance along with increased safety of a loop system, especially its fire safety. In recent decades, artificial atmospheres with low oxygen content are believed to be an optimal solution. However, decreased volume of oxygen in the environment leads to hypoxia in people working within such an object. Replacement of the oxygen volume with indifferent gases could be a compromise solution. But up to now, there are no convincing data about influence of such gas environment on working capacity and functional condition of humans. This article presents findings obtained during 60-day continuous stay of humans in the normobaric hypoxic environment (O₂ 14 %, Ar 35 %).

Keywords: fire safety, adaptation, psycho-physiological qualities, working capacity, functional status, artificial gas environment, hypoxic atmosphere.

References

1. Alekhin A.N., Dubinina E.A. Etapy psikhicheskoi adaptatsii cheloveka k ekstremal'nym usloviyam professional'noi deyatel'nosti [Phases of mental adaptation to extreme conditions of professional activity]. *Psikhologiya psikhicheskikh sostoyanii: collection of scientific works [Psychology of psychological states]*. Kazan'. 2014. Issue. 9. Pp. 404–428. (In Russ.)
2. Alekhin A.N. Etapy psikhologicheskoi adaptatsii cheloveka k ekstremal'nym usloviyam professional'noi deyatel'nosti [Stages of psychological adjustment to extreme settings in humans]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]*. 2009. N 3. Pp. 76–81. (In Russ.)
3. Anan'ev V.N. Izmenenie pogloshcheniya kisloroda v zamknutom prostranstve pri dykhanii inertnymi gazami [Changes in oxygen absorption in the closed space during breathing with inert gases]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke. Seriya: Meditsina [Health & education millennium. Series Medicine]*. 2011. N 2. Pp. 150–153. (In Russ.)
4. Boiko E.I. Vremya reaktsii cheloveka [Human reaction time]. Moskva. 1964. 440 p. (In Russ.)
5. Grinakovskaya O.S. Vliyanie gazovykh smesey s razlichnym soderzhaniiem kisloroda na kul'tiviruemye endotelial'nye i mezenkhimal'nye stromal'nye kletki cheloveka [Effect of gas mixtures with various oxygen concentrations on cultured endothelial and mesenchymal stromal cells of human] : Abstract dissertation PhD Med. Sci. Moskva. 2007. 24 p. (In Russ.)
6. Zabrodin Yu.M. Protessy prinyatiya resheniya na sensorno-pertseptivnom urovne [Decision making processes at sensory-perceptual level]. *Problemy prinyatiya reshenii [Problem of decision making]: collection of scientific works*. Moskva. 1976. Pp. 33–55. (In Russ.)
7. Korolenko Ts.P. Psikhofiziologiya cheloveka v ekstremal'nykh usloviyakh [Human psychophysiology in extreme conditions]. Leningrad. 1978. 272 p. (In Russ.)
8. Lebedev V.I. Lichnost' v ekstremal'nykh usloviyakh [Personality in extreme environments]. Moskva. 1989. 303 p. (In Russ.)
9. Mashin V.A. K voprosu klassifikatsii funktsional'nykh sostoyanii cheloveka [On classification of human functional states]. *Ekspperimental'naya psikhologiya [Experimental Psychology]*. 2011. Vol. 4, N 1. Pp. 40–56. (In Russ.)
10. Medvedev V.I. Adaptatsiya cheloveka [Human adaptation]. Sankt-Peterburg. 2003. 584 p. (In Russ.)
11. Nemchin T.A. Sostoyanie nervno-psikhicheskogo napryazheniya [Condition of mental stress]. Leningrad. 1983. 167 p. (In Russ.)
12. Smolin V.V., Sokolov G.M., Pavlov B.N., Demchishin M.D. Glubokovodnye vodolaznye spuski ikh meditsinskoe obespechenie [Deep diving descents and their medical support]. Moskva. 2004. Vol. 2. 536 p. (In Russ.)
13. Ekspperimental'naya psikhologiya: collection of scientific works: translation from French [Traité de psychologie expérimentale]. Eds.: P. Fress, Zh. Piaze. Moskva. 1966. Vol. 1, 2. 301 p. (In Russ.)
14. Dinges D.F., Powell J.W. Microcomputer analysis of performance on a portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behav. Res. Meth. Instrum. Comput.* 1985. Vol. 6. Pp. 652–655.
15. Doran S.M., Van Dongen H.P., Dinges D.F. Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Arch. Ital. Biol. Neurosci.* 2001. Vol. 139. Pp. 253–267.
16. Vakoch D.A. Psychology of space exploration. Washington : NASA. 2011. 254 p.

Received 30.04.2015