

УДК [612.017.2-057:613.12] (268.4):639.239

Щербина Федор Александрович, доктор биологических наук, кандидат медицинских наук, профессор Института развития образования (г. Мурманск). Автор 60 научных публикаций, в т. ч. одной монографии

АДАПТИВНЫЕ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА МОРЯКОВ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА В ДИНАМИКЕ 75-СУТОЧНОГО РЕЙСА

В статье представлена оценка изменений в организме моряков ($n = 34$) по данным центральной гемодинамики и факторной модели восстановительного периода функциональной пробы, описанной динамикой ω_s -потенциала, во время рейса продолжительностью 75 суток.

Регистрировались параметры ω_s -потенциала методом гальванометрии и параметры сердечно-сосудистой системы на 5–7-е, 35–37-е и 65–67-е сутки рейса. Для количественного описания динамики ω_s -потенциала на этапах пробы с физической нагрузкой использован коэффициент вариации, рассчитанный для каждого обследованного. При данном подходе коэффициент вариации выступает как интегральная количественная величина, характеризующая диапазон изменений ω_s -потенциала в восстановительном периоде. Выявлено, что опережающее нарушение функций эффективной адаптации мозга в первый месяц плавания повлекло изменение в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы и привело к снижению ее функциональных возможностей во втором месяце рейса.

На основе данных анализа распределения коэффициентов вариации, полученных по динамике величин ω_s -потенциала, выделены четыре основных типа протекания адаптационного процесса.

Результаты исследования демонстрируют достаточную валидность методики оценки ω_s -потенциала для определения реактивности организма моряков в условиях длительного плавания, его резервных возможностей, механизмов формирования адаптационных программ.

Ключевые слова: моряки рыболовецкого флота, постоянный потенциал головного мозга, центральная гемодинамика.

Моряки морского рыболовецкого флота в России представляют собой самую большую группу работников транспорта. Сохранение здоровья является важной задачей для поддержания высокой производительности их труда и профессионального долголетия [1, 7, 16].

Выраженность, характер и скорость изменений, происходящих в организме моряков рыболовецкого флота в транзитных рейсах, зависит от сочетанного воздействия климато-географических факторов [3–5, 22], судовой среды и продолжительности плавания [6, 8].

В динамике рейса по мере исчерпания резервов организма моряков происходит десинхронизация функциональных систем и поиск новых взаимосвязей между ними с целью наиболее экономичной и эффективной регуляции оптимального баланса со средой и рабочим циклом. В первую очередь нарушается эффективная регуляторная функция структур мозга, что в дальнейшем приводит к снижению функциональных возможностей сердечно-сосудистой и других систем.

Оценка функционального состояния организма моряков в течение рейса с применением неинвазивных методик тестирования адаптационных возможностей, диагностики резервов основных регуляторных систем и межсистемных взаимоотношений с соответствующим математико-статистическим анализом позволяет определять структуру и течение адаптационного процесса в специфических условиях профессиональной деятельности [4, 9]. В связи с этим изучение особенностей формирования защитно-приспособительных реакций организма моряков рыбопромыслового флота в динамике длительного трансширотного рейса имеет важное значение.

Материалы и методы. Основу настоящего исследования составили динамические наблюдения за функциональным состоянием организма рыбаков северного бассейна во время работы в условиях 75-суточного рейса. Всего обследовано 34 чел. – практически здоровых мужчин, не состоящих на диспансерном учете в медсанчасти и не предъявляющих жалоб на момент исследования. Возраст моряков – от 20 до 45 лет, т. е. в соответствии с возрастной классификацией все лица находились в стадии оптимального здоровья и стабилизации жизненных функций [21].

Режим труда обследуемых характеризовался следующими сменами: 8 ч работы – 4 ч отдыха – 4 ч работы – 8 ч отдыха. Во всех группах рабочее время составляло 12–14 ч в сутки с перерывами на прием пищи.

Обеспечивалась стандартность проведения исследования. Морякам сообщалось о нем за-

ранее, за два дня до начала. Каждый из них получал информацию о цели и характере процедуры, общие рекомендации относительно ее выполнения. Указывалось на то, что данные исследований не будут занесены в личные книжки и никак не отразятся на результатах планового медицинского освидетельствования плавсостава.

В состоянии покоя (сидя, после отдыха) определяли частоту сердечных сокращений (пальпаторно) и артериальное давление (по методу Н.С. Короткова). Измерение артериального давления у каждого конкретного обследуемого в течение рейса проводили в одно и то же время суток до вахты (работы). Температура воздуха в медицинском блоке поддерживалась в пределах 20–22 °С. Моряки были проинформированы о том, что перед процедурой нельзя пить кофе, крепкий чай, курить.

Для оценки вегетативного баланса использовался индекс Мызникова (ИМ) [18], представляющий собой интегральную величину, объединяющую частоту сердечных сокращений (ЧСС), систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление и рассчитываемую по формуле:

$$\text{ИМ} = \frac{\text{САД}}{\text{ДАД}} \times \text{ЧСС}$$

Также определяли величину пульсового давления (ПД) как разность между САД и ДАД.

Для исследования приспособительных реакций организма моряков регистрировались параметры постоянного потенциала головного мозга (или ω_s -потенциал) методом гальванометрии (см. рисунок). Как известно, разность электрических потенциалов между головой и референтной точкой является количественным показателем функционального состояния структур мозга и организма [10, 12]. Замер проводился по традиционной технологии с дозированной физической нагрузкой, отражающей амплитудно-временную характеристику, по которой можно произвести интегральную оценку функционального состояния человека, индиви-

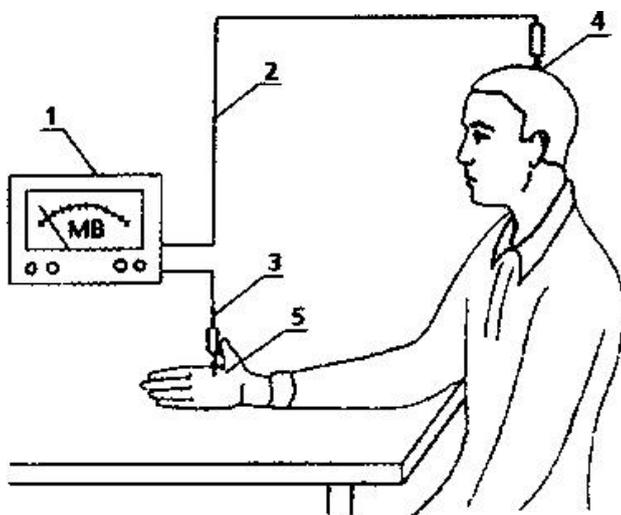


Схема регистрации ω_s -потенциала: милливольтметр (1), неполяризуемые электроды (2 и 3), активная точка (4) в области vertex и индифферентная точка (5) в области thenar

дуально-типологическую реакцию организма на предъявляемую тестовую нагрузку.

Исследование параметров ω_s -потенциала проводили в дневное время в положении сидя в однотипной обстановке. Измерения перед функциональной пробой (с целью получения фоновых значений) производились в течение 5–10 мин (до стабилизации величины параметра). Затем обследуемому предлагалась нагрузка в виде 10 приседаний за 20 с. Через 30 с после завершения нагрузочного теста, на 1-й минуте, через 1,5 минуты, на 2-й и 3-й минутах, через 3,5 минуты, а также на 5-й, 6-й и 7-й минутах восстановительного периода замеры ω_s -потенциала повторяли.

Согласно используемой нами схеме, предложенной В.А. Илюхиной с соавторами [11], фаза 1 (первые 30 с после нагрузки) характеризует состояние нейрорефлекторных и вегетативных механизмов регуляции дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обеспечивающих доставку кислорода тканям; фаза 2 (от 30 с до 1,5 мин) отражает состояние адаптивных механизмов, обеспечивающих процессы ткане-

вого дыхания; фаза 3 (от 1,5 до 3,5 мин) – состояние механизмов регуляции висцеральных систем (желудочно-кишечный тракт, печень, почки), выполняющих функцию дезинтоксикации; фаза 4 (от 3,5 до 7 мин) – сохранность или нарушение нейрогуморальных механизмов функций надпочечников, она позволяет дифференцировать гиперфункцию, гипофункцию и функциональную сохранность этой системы.

С целью количественного описания динамики ω_s -потенциала на этапах пробы рассчитывался коэффициент вариации для каждого обследуемого.

Математическая обработка информации, полученной в испытаниях по всем методикам, была унифицирована и проводилась с помощью программ, реализующих общепринятые биометрические методы одномерной и многомерной статистики (непараметрические методы, критерий Стьюдента–Фишера, факторный и корреляционный анализ). Корреляционные связи изучались с помощью коэффициента корреляции Spearman, факторный анализ произведен вращением в процедуре «Varimax». В факторных моделях учитывались значения, величина которых (r^2) превышала 0,4 (т. е. не менее 40 %), что говорит о взаимообусловленной дисперсии.

В целях определения вклада всей омегаметрической серии в формирование коэффициента вариации и выявления наиболее значимых управляющих переменных для каждого этапа исследования был проведен регрессионный анализ с автоматическим пошаговым выбором оптимальной модели. Строились модели прогноза в цепях Маркова [14].

Оценка функционального состояния организма моряков и процесса его приспособления к влиянию неблагоприятных факторов профессиональной среды проводилась по показателям, характеризующим деятельность центральной нервной и сердечно-сосудистой систем в начале, середине и конце плавания.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов омегаметрии в динамике 75-суточного плавания показал, что средние фоновые зна-

Таблица 1

ДИНАМИКА УРОВНЯ ПОСТОЯННОГО ПОТЕНЦИАЛА ГОЛОВНОГО МОЗГА У МОРЯКОВ В ПЕРИОД
75-СУТОЧНОГО ПЛАВАНИЯ, $X_{cp} \pm m_x$, $n = 34$

Этапы пробы с физической нагрузкой	Этапы исследования (сутки плавания)			P_{I-II}	P_{I-III}	P_{II-III}
	I (5–7-е)	II (35–37-е)	III (65–67-е)			
Фон	26,71±1,79	23,59±1,79	29,35±1,35	–	–	$p < 0,01$
<i>Период восстановления после физической нагрузки</i>						
30 с	23,98±2,12	20,65±2,44	34,98±1,15	–	$p < 0,001$	$p < 0,001$
1 мин	24,98±1,99	22,65±2,42	32,46±1,28	–	$p < 0,01$	$p < 0,001$
1,5 мин	29,51±2,04	25,11±2,54	29,20±1,61	–	–	–
2 мин	29,01±2,06	26,02±2,56	28,11±1,62	–	–	–
3 мин	29,37±2,09	27,48±2,53	27,56±1,66	–	–	–
3,5 мин	28,19±2,12	28,71±2,43	27,10±1,65	–	–	–
4 мин	27,42±1,80	26,22±1,88	28,37±1,64	–	–	–
5 мин	26,91±1,96	28,52±2,60	29,33±1,58	–	–	–
6 мин	32,19±1,98	31,74±2,95	24,51±1,55	–	$p < 0,01$	$p < 0,05$
7 мин	41,38±3,47	39,24±3,30	20,91±1,66	–	$p < 0,001$	$p < 0,001$

Примечание. Здесь и далее уровни значимости различий по t-критерию Стьюдента (для сопряженных пар наблюдений): P_{I-II} – между I и II этапами, P_{I-III} – I и III между этапами, P_{II-III} – между II и III этапами.

чения ω_s -потенциала находились в диапазоне 24–29 мВ (табл. 1). Сопоставляя эти значения ω_s -потенциала с данными, приводимыми В.А. Илюхиной с соавторами [12], можно заключить, что моряки находились в «оптимальном коридоре» среднего уровня относительно стабильного функционирования головного мозга на всех этапах плавания.

Статистически значимым оказалось доминирование повышенных средних значений ω_s -потенциала (фоновые измерения и при функциональной пробе) на III этапе плавания ($p < 0,05$ – $0,001$), что свидетельствует о нарастающем напряжении в механизмах нейрорефлекторной регуляции.

Руководствуясь данными из ряда работ [10, 11], можно утверждать, что начиная со II этапа плавания и до завершения рейса прогрессировало нарушение нейрогуморальных механизмов регуляции функций надпочечников.

Анализ параметров центральной гемодинамики показал, что между I и II этапами плавания они значимо не изменились (табл. 2).

В то же время между I и III, а также II и III этапами отмечаются различия, которые указывают на активацию процессов адаптации: рост ЧСС, САД, ДАД и ИМ на 65–67-е сутки плавания. Понижение ДАД, вероятно, следует рассматривать как отражение процесса утомления, снижения активности надпочечников. Об этом же свидетельствуют и данные информационной модели (табл. 3), построенной по корреляционным матрицам параметров центральной гемодинамики [2, 19], где на переходе между I и II этапами наблюдается активная адаптационная реакция: снижение энтропии системы при одновременном, хотя и незначительном снижении ее организации ($dH/dt < 0$ и $dRs/dt > 0$) с перераспределением связей.

Таблица 2

ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ПРОИЗВОДНЫХ ВЕЛИЧИН У МОРЯКОВ В ПЕРИОД 75-СУТОЧНОГО ПЛАВАНИЯ, $X_{CP} \pm m_x$, $n = 34$

Параметры	Этапы исследования (сутки плавания)			P_{I-II}	P_{I-III}	P_{II-III}
	I (5–7-е)	II (35–37-е)	III (65–67-е)			
ЧСС	68,71±1,07	69,27±0,95	71,21±1,18	–	$p < 0,05$	$p < 0,05$
САД	124,06±1,34	123,97±1,92	127,35±1,83	–	$p < 0,05$	$p < 0,01$
ДАД	74,71±1,32	75,38±1,00	71,62±1,43	–	$p < 0,05$	$p < 0,05$
ПД	49,35±0,85	48,59±1,36	55,74±2,06	–	$p < 0,01$	$p < 0,001$
ИМ	114,35±1,57	114,22±2,28	128,75±4,16	–	$p < 0,001$	$p < 0,001$

При факторном анализе параметров центральной гемодинамики и ИМ на I этапе плавания был выделен главный фактор (ГФ), дающий 24,5 % дисперсии, который коррелировал с ИМ ($r = 0,987$), ЧСС ($r = 0,740$) и САД ($r = 0,302$). На II этапе плавания ГФ дал 69,2 % дисперсии и коррелировал с ИМ ($r = 0,983$), ЧСС ($r = 0,902$) и ДАД ($r = 0,551$). Однако переход между II и III этапами выявил эффект гиперустойчивости ($dH/dt = 0$) и снижения организации ($dR_s/dt < 0$), что, вероятно, может указывать на развитие утомления у моряков. При этом степень утомления не повлияла на способность к формированию адапционных программ, здесь наблюдается лишь минимизация функциональной активности как форма защитной реакции. Выделенные на III этапе плавания два ГФ характеризовались следующими величинами и параметрами: ГФ₁ (61,3 %) коррелировал с ИМ ($r = 0,848$), ЧСС ($r = 0,896$) и АД_с ($r = 0,884$),

а ГФ₂ (31,2 %) – с ИМ ($r = -0,525$) и АД_д ($r = 0,984$). Выявленная «гиперустойчивость» в данном случае, вероятно, отражает охранительное снижение пассионарности организма в условиях хронического стресса [15].

При оценке динамики переходов между типами вегетативного реагирования (симпатическим, уравновешенным и парасимпатическим) на основе моделирования Маркова [16, 18] было выявлено, что при переходе от I ко II этапу плавания обследуемые, независимо от начального превалирования того или иного вегетативного тонуса, имели вероятность перехода в группу с симпатической активностью (18,4 %), в равновесное вегетативное состояние (2,6 %), в группу с парасимпатической активностью (79,0 %). В то же время при переходе от II к III этапу плавания вероятность перехода каждого из обследованных составила соответственно 71,1; 10,15 и 18,84 %.

Таблица 3

ВЕЛИЧИНА ЭНТРОПИИ (H) И ОРГАНИЗАЦИИ (R_s) КОРРЕЛЯЦИОННЫХ МАТРИЦ, ПОСТРОЕННЫХ ПО ДАННЫМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И ω_s -ПОТЕНЦИАЛА, $n = 34$

Этапы исследования	Гемодинамика		ω_s -потенциал	
	R_s	H	R_s	H
I	0,26649	$4,13 \cdot 10^{-16}$	0,71806	$\rightarrow 0$
II	0,29698	$3,74 \cdot 10^{-16}$	0,70760	$\rightarrow 0$
III	0,27965	$3,74 \cdot 10^{-16}$	0,44313	$4,02 \cdot 10^{-15}$

Из полученных результатов видно, что если на первом переходе доминирует вероятность попадания в группу с парасимпатической регуляцией сердечно-сосудистой системы, то на втором переходе – в группу с симпатической регуляцией. Последнее свидетельствует об инициализации адаптационного процесса, динамику которого определяет способность симпатoadренальной системы активизироваться.

При построении переходов цепей Маркова в группах, которые формировались по выраженности коэффициента вариации параметров пробы каждого испытуемого с учетом их изменений на трех этапах плавания ($\leq 10\%$ – слабая вариабельность; $11-25\%$ – средняя вариабельность; $> 25\%$ – выраженная вариабельность параметра), установлено, что при переходе от I ко II этапу плавания вероятность перехода каждого из обследованных стремилась в группу с $V \leq 10$ (0,9%), $V = 11-25$ (14,1%), $V > 25$ (85 %).

При переходе же от II к III типу реализации вероятность перехода каждого из обследованных составляла 8,0, 65,5 и 26,5 % соответственно. Это подтверждает предположение о понижении реактивности организма моряков к окончанию плавания.

По результатам исследования были выделены основные типы адаптации к условиям длительного плавания: тип А – с I по III этапы плавания вариабельность ω_s -потенциала в период пробы прогрессивно снижалась; тип Б – с I по III этапы вариабельность прогрессивно увеличивалась; тип В – ко II этапу вариабельность увеличивалась, затем снижалась; тип Г – ко II этапу вариабельность снижалась, затем увеличивалась.

Выводы:

1. В длительных трансширотных рейсах у моряков рыбопромыслового флота напряжение механизмов адаптации держится до двух месяцев, после чего взаимодействие между отдельными составляющими центрального и периферического контура управления снижается, реактивность организма и неспецифические реакции адаптации формируются автономно, наступает фаза истощения и развивается состояние дезадаптации. Истинной адаптацией к условиям работы в море не наступает.

2. Применение методики омегаметрии позволяет определять резервные возможности организма моряков в динамике длительного плавания, а расчет коэффициента вариации для каждого обследуемого дает возможность интегральной количественной оценки диапазона изменений ω_s -потенциала в восстановительном периоде функциональной пробы для характеристики адаптационного процесса.

3. На основе анализа распределения коэффициентов вариации, полученных при исследовании динамики величин ω_s -потенциала, выделены четыре основных типа протекания адаптационного процесса: тип А (на протяжении всего плавания вариабельность ω_s -потенциала в период функциональной пробы прогрессивно снижается), тип Б (на протяжении всего плавания вариабельность ω_s -потенциала в период функциональной пробы прогрессивно увеличивается), тип В (вариабельность ω_s -потенциала к середине плавания увеличивается, а затем снижается), тип Г (вариабельность ω_s -потенциала к середине плавания снижается, а затем увеличивается). Тип Б наименее адаптационно эффективен.

Список литературы

1. Архиповский В.Л., Казакевич Е.В. Организационные аспекты работы отделения медицинской профилактики по улучшению здоровья работников водного транспорта // Экология человека. 2007. № 12. С. 48–52.
2. Гленсдорф П.П., Пригожин И.А. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. М., 1973.

3. Грибанов А.В., Волокитина Т.В. Здоровье и функциональное развитие школьников на Европейском Севере России // Вестн. нац. комитета «Интеллект. ресурсы России». 2006. № 4. С. 71–75.
4. Гудков А.Б., Лабутин Н.Ю. Влияние специфических факторов Заполярья на функциональное состояние организма человека // Экология человека. 2000. № 2. С. 18–22.
5. Гудков А.Б., Попова О.Н. Пульмонотропные факторы Европейского Севера // Вестн. Помор. ун-та. Сер.: Физиолог. и психолого-пед. науки. 2008. № 2. С. 15–22.
6. Гудков А.Б., Теддер Ю.Р., Лабутин Н.Ю. Состояние здоровья моряков при измененной численности экипажа судна // Экология человека. 1998. № 4. С. 25–26.
7. Гудков А.Б., Щербина Ф.А., Мызников И.Л. Адаптивные реакции организма моряков рыбопромыслового флота. Архангельск, 2011.
8. Довгуша В.В., Баранова В.М., Аббасов Р.Ю. Воздействие экстремальных факторов обитаемости на здоровье членов экипажей атомного ледокольного флота // Акт. вопр. военно-полевой терапии. 2000. Вып. 3. С. 105–111.
9. Довгуша В.В., Иванина Л.А. Комплексная оценка саногенетического мониторинга в экспертизе эффективности оценки коррекционно-реабилитационных мероприятий для работников водного транспорта // Морская медицина в новом тысячелетии. Архангельск, 2002. С. 46–47.
10. Ибералл А.С., МакКаллок У.С. Гомеостаз – организованный принцип сложных живых систем. Общие вопросы физиологических механизмов. Анализ и моделирование биологических систем. М., 1970.
11. Илюхина В.А. Омега-потенциал – количественный показатель состояния структур мозга и организма человека. Сообщение II. Возможности и ограничения использования омега-потенциала для экспресс-оценки состояния организма человека // Физиология человека. 1982. Т. 8, № 5. С. 721.
12. Илюхина В.А., Сычев А.Г., Щербакова Н.И. Омега-потенциал – количественный показатель состояния структур мозга и организма человека. Сообщение I. О физиологической значимости омега-потенциала при регистрации его с глубоких структур и с поверхности кожи головы // Физиология человека. 1982. Т. 8, № 3. С. 450–456.
13. Илюхина В.А., Ткачев В.В., Фёдоров Б.М. Омегаметрия в исследовании функционального состояния здоровых лиц с нормальным и гипертоническим типом реагирования на дозированные физические нагрузки // Физиология человека. 1989. Т. 15, № 2. С. 60.
14. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1980.
15. Леонтьев О.В. Пассионарность человека как способность к напряженной деятельности // Морской мед. журн. 1996. № 6. С. 19–21.
16. Лупачев В.В., Будиев А.Ю., Юрьев Ю.Ю. Проблемы морской медицины в России // Вестн. Арханг. отделения ПАНИ. 2009. № 2. С. 6–7.
17. Мызников И.Л. Информационная модель развития адаптации // Физиология человека. 1995. Т. 21, № 4. С. 63–65.
18. Мызников И.Л., Глико Л.И., Паюсов Ю.А. и др. Методика контроля за функциональным состоянием моряков. Диагностические индексы и физиологические нагрузочные тесты. Мурманск, 2008.
19. Мызников И.Л., Щербина Ф.А. Особенности формирования компенсаторно-приспособительных реакций организма моряков в условиях длительного хронического стресса // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 3. С. 92–97.
20. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций / пер. с англ., под ред. А.А. Рывкина. М., 1976.
21. Ткаченко Б.И. Основы физиологии человека. СПб., 1994. 574 с.
22. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике / В.П. Чащин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.

References

1. Arkhipovskiy V.L., Kazakevich E.V. Organizatsionnye aspekty raboty otdeleniya meditsinskoy profilaktiki po uluchsheniyu zdorov'ya rabotnikov vodnogo transporta [Organizational Aspects of Work of Medical Prevention Department for Improvement of Water Transport Workers' Health]. *Ekologiya cheloveka*, 2007, no. 12, pp. 48–52.

-
2. Glansdorff P., Prigogine I. *Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuations*. London. 1971 (Russ. ed.: Glensdorf P.P., Prigozhin I.A. *Termodinamicheskaya teoriya struktury, ustoychivosti i fluktuatsiy*. Moscow, 1973).
 3. Griбанov A.V., Volokitina T.V. Zdorov'e i funktsional'noe razvitiye shkol'nikov na Evropeyskom Severe [Health and Functional Development of Schoolchildren in the European North]. *Vestnik Natsional'nogo komiteta "Intellektual'nye resursy Rossii"*, 2006, no. 4, pp. 71–75.
 4. Gudkov A.B., Labutin N.Yu. Vliyanie spetsificheskikh faktorov Zapolyar'ya na funktsional'noe sostoyanie organizma cheloveka [The Impact of Specific Factors of the Polar Region on the Functional State of the Human Body]. *Ekologiya cheloveka*, 2000, no. 2, pp. 18–22.
 5. Gudkov A.B., Popova O.N. Pul'monotropnye faktory Evropeyskogo Severa [Pulmonotropic Factors of the European North (Review)]. *Vestnik Pomorskogo universiteta. Ser.: Fiziologicheskie i psikhologo-pedagogicheskie nauki*, 2008, no. 2, pp. 15–22.
 6. Gudkov A.B., Tedder Yu.R., Labutin N.Yu. Sostoyanie zdorov'ya moryakov pri izmenennoy chislennosti ekipazha sudna [Health Status of Seamen at Changes in the Crew Size]. *Ekologiya cheloveka*, 1998, no. 4, pp. 25–26.
 7. Gudkov A.B., Shcherbina F.A., Myznikov I.L. *Adaptivnye reaktsii organizma moryakov rybopromyslovogo flota* [Body's Adaptive Response in Seamen of the Fishing Fleet]. Arkhangel'sk, 2011.
 8. Dovgusha V.V., Baranova V.M., Abbasov R.Yu. Vozdeystvie ekstremal'nykh faktorov obitaemosti na zdorov'e chlenov ekipazhey atomnogo ledokol'nogo flota [The Impact of Extreme Environmental Factors on the Health of Crew Members of the Nuclear Icebreaker Fleet]. *Aktual'nye voprosy voenno-polevoy terapii*, 2000, iss. 3, pp. 105–111.
 9. Dovgusha V.V., Ivanina L.A. Kompleksnaya otsenka sanogeneticheskogo monitoringa v ekspertize effektivnosti otsenki korrektsionno-reabilitatsionnykh meropriyatiy dlya rabotnikov vodnogo transporta [Comprehensive Assessment of Sanogenetic Monitoring in the Evaluation of Efficiency of Assessing Remedial and Rehabilitation Measures for Water Transport Workers]. *Morskaya meditsina v novom tysyacheletii* [Maritime Medicine in the New Millennium]. Arkhangel'sk, 2002, pp. 46–47.
 10. Iberall A.S., McCulloch W.S. *Gomeokinez – organizovannyi printsip slozhnykh zhivykh sistem. Obshchie voprosy fiziologicheskikh mekhanizmov. Analiz i modelirovanie biologicheskikh sistem* [Homeokinetics. The Organizing Principle of Complex Living Systems. General Issues of Physiological Mechanisms. Analysis and Modelling of Biological Systems]. Moscow, 1970.
 11. Ilyukhina V.A. Omega-potentsial – kolichestvennyy pokazatel' sostoyaniya struktur mozga i organizma cheloveka. Soobshchenie II. Vozmozhnosti i ogranicheniya ispol'zovaniya omega-potentsiala dlya ekspres-otsenki sostoyaniya organizma cheloveka [Omega-Potential – a Quantitative Indicator of the State of Brain Structures and Human Body. Report II. Possibilities and Limitations of Using Omega-Potential for Rapid Assessment of the State of the Human Body]. *Fiziologiya cheloveka*, 1982, vol. 8, no. 5, p. 721.
 12. Ilyukhina V.A., Sychev A.G., Shcherbakova N.I. Omega-potentsial – kolichestvennyy pokazatel' sostoyaniya struktur mozga i organizma cheloveka. Soobshchenie I. O fiziologicheskoy znachimosti omega-potentsiala pri registratsii ego s glubokikh struktur i s poverkhnosti kozhi golovy [Omega-Potential – a Quantitative Indicator of the State of Brain Structures and Human Body. Report I. On Physiological Significance of Omega-Potential When Registered on the Deep Structures and on the Scalp Surface]. *Fiziologiya cheloveka*, 1982, vol. 8, no. 3, pp. 450–456.
 13. Ilyukhina V.A., Tkachev V.V., Fedorov B.M. Omegametriya v issledovanii funktsional'nogo sostoyaniya zdorovykh lits s normal'nym i gipertonicheskim tipom reagirovaniya na dozirovannyye fizicheskie nagruzki [Omegametry in Studying the Functional State of Healthy Individuals with Normal and Hypertensive Types of Response to Controlled Physical Load]. *Fiziologiya cheloveka*, 1989, vol. 15, no. 2, p. 60.
 14. Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow, 1980.
 15. Leont'ev O.V. Passionarnost' cheloveka kak sposobnost' k napryazhennoy deyatel'nosti [Human Passionarity as an Ability to Intense Activity]. *Morskoy meditsinskiy zhurnal*, 1996, no. 6, pp. 19–21.
 16. Lupachev V.V., Budiev A.Yu., Yur'ev Yu.Yu. Problemy morskoy meditsiny v Rossii [Problems of Marine Medicine in Russia]. *Vestnik Arkhangel'skogo otdeleniya PANI*, 2009, no. 2, p. 6–7.
 17. Myznikov I.L., Gliko L.I., Payusov Yu.A. *Metodika kontrolya za funktsional'nym sostoyaniem moryakov. Diagnosticheskie indeksy i fiziologicheskie nagruzochnyye testy* [Control Technique for the Functional State of Seamen. Diagnostic Indices and Physiological Stress Tests]. Murmansk, 2008.
 18. Myznikov I.L. Informatsionnaya model' razvitiya adaptatsii [Information Model of Adaptation Development]. *Fiziologiya cheloveka*, 1995, vol. 21, no. 4, pp. 63–65.

19. Myznikov I.L., Shcherbina F.A. Osobennosti formirovaniya kompensatorno-prisposobitel'nykh reaktsiy organizma moryakov v usloviyakh dlitel'nogo khronicheskogo stressa [Characteristics of the Formation of Compensatory and Adaptive Responses of Sailors to Chronic Stress]. *Fiziologiya cheloveka*, 2006, vol. 32, no. 3, pp. 92–97.

20. Turner J.C. *Modern Applied Mathematics – Probability, Statistics, Operational Research*. 1970. 502 p. (Russ. ed.: Terner D. *Veroyatnost', statistika i issledovanie operatsiy*. Moscow, 1976).

21. Tkachenko B.I. *Osnovy fiziologii cheloveka* [Fundamentals of Human Physiology]. St. Petersburg, 1994. 574 p.

22. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N. Kharakteristika osnovnykh faktorov riska narusheniy zdorov'ya naseleniya, prozhivayushchego na territoriyakh aktivnogo prirodopol'zovaniya v Arktike [Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 1, pp. 3–12.

Shcherbina Fedor Aleksandrovich

Institute of Education Development (Murmansk, Russia)

ADAPTIVE RESPONSE IN FISHING FLEET SEAMEN DURING A 75-DAY'S VOYAGE

The research studied the changes in the bodies of seamen ($n = 34$) according to their central hemodynamics and factor model of the functional test recovery period, described by the changes in ω_s -potential during a 75-day's voyage.

We measured ω_s -potential using the galvanometric method and cardiovascular system parameters on the 5th–7th, 35th–37th and 65th–67th day of the voyage. For the quantitative description of the changes in ω_s -potential during physical load tests, we used coefficient of variation calculated for each seaman. In this case, coefficient of variation acts as an integrated quantity describing the range of changes in ω_s -potential during the recovery period. It was revealed that advanced malfunction of brain adaptation during the first month of the voyage caused changes in the functional state of the cardiovascular system and reduced its functionality during the second month of the voyage.

Having analyzed the distribution of coefficients of variation, we were able to single out four main types of adaptive process.

This research proves that assessment of ω_s -potential is a valid method for estimating responsiveness in seamen during a long voyage, as well as the body's reserve capacity and the mechanism of forming adaptive programs.

Keywords: *fishing fleet seamen, brain constant potential, central hemodynamics.*

Контактная информация:

адрес: 183010, г. Мурманск, ул. Шмидта, д. 2;

e-mail: fitnesmaster2009@yandex.ru

Рецензент – *Сарычев А.С.*, доктор медицинских наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета