

УДК 613.68 : 623.827.6

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БОС-ТРЕНИНГА ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВОДНИКОВ В ПЕРИОД ДЛИТЕЛЬНОГО ПЛАВАНИЯ

© 2015 г. Ю. Р. Ханкевич, И. А. Блощинский, А. С. Васильев, *А. С. Кальманов

Центр подготовки Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург

*Научно-исследовательский испытательный центр авиационной и космической медицины и военной эргономики
4 ЦНИИ Минобороны России, г. Москва

В работе приведены результаты апробации коррекции функционального состояния группы подводников во время автономного плавания подводной лодки с использованием метода по принципу биологической обратной связи (БОС). Биологическая обратная связь (biofeedback) представляет собой современную технологию коррекции функционального состояния, основанную на предъявлении человеку информации о состоянии и изменениях его физиологических показателей с целью обучения сознательному управлению различными вегетативными функциями организма. Данная технология позволяет развить навыки саморегуляции и увеличить лабильность регуляторных механизмов, что повышает устойчивость человека к воздействию неблагоприятных факторов окружающей обстановки. Результаты исследования продемонстрировали высокую эффективность БОС-тренировок для оперативной коррекции изменений функционального состояния подводников в процессе напряженной профессиональной деятельности.

Ключевые слова: подводники, функциональное состояние, напряженность профессиональной деятельности при выполнении задач боевой подготовки в море, показатели деятельности сердечно-сосудистой системы, биологическая обратная связь

ASSESSMENT OF EFFECTIVENESS OF BIOFEEDBACK TRAINING FOR CORRECTION OF FUNCTIONAL STATUS OF SUBMARINERS IN PERIOD OF A LONG-TERM AUTONOMOUS MISSION

Y. R. Khankevich, I. A. Bloshchinsky, A. S. Vasilyev, *A. S. Kalmanov

Training Center of Ministry of Defense, Saint Petersburg

*Research and Testing Center of Aerospace Medicine and Military Ergonomics, Moscow, Russia

The project has presented the results of testing of correction of a functional status of a group of submariners during autonomous navigation of a submarine, using the method based on the principle of biological feedback (BFB). BFB (biofeedback) is a modern technology of functional status (FS) correction based on presentation to a person of information on his status and changes of his physiological indices for the purpose of training his conscious control of various vegetative functions of the body. This technology allows to develop skills of self-regulation and to increase lability of regulatory mechanisms, what increases human resistance to adverse environmental factors. The results of the research have demonstrated high efficiency of biofeedback trainings for prompt correction of the submariners' functional status changes during their intensive professional activity.

Keywords: submariners, functional status, intensive professional activity during tactical mission performance in the sea, indices of cardiovascular system activity, biological feedback

Библиографическая ссылка:

Ханкевич Ю. Р., Блощинский И. А., Васильев А. С., Кальманов А. С. Оценка эффективности БОС-тренинга для коррекции функционального состояния подводников в период длительного плавания // Экология человека. 2015. № 10. С. 3–8.

Khankevich Y. R., Bloshchinsky I. A., Vasilyev A. S., Kalmanov A. S. Assessment of Effectiveness of Biofeedback Training for Correction of Functional Status of Submariners in Period of a Long-Term Autonomous Mission. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 10, pp. 3-8.

Управление такой сложной эргатической системой, как подводная лодка (ПЛ), связано с продолжительным пребыванием личного состава в условиях замкнутого пространства и резким ограничением социальных контактов в условиях воздействия на организм не только факторов самой операторской деятельности, но и ряда крайне неблагоприятных факторов обитаемости, высокой ответственностью за решение боевых задач и осознанием реальной витальной угрозы. Деятельность в подобных условиях требует от подводников предельной мобилизации психофизиологических ресурсов, что негативно сказывается на их функциональном состоянии (ФС) и

диктует необходимость проведения коррекционных мероприятий для профилактики критического снижения их ФС и предотвращения аварийных ситуаций по человеческому фактору [10, 11]. Одной из наиболее перспективных коррекционных методик на сегодняшний день является проведение тренировок психической саморегуляции с применением технологии биологической обратной связи (БОС). Данная технология психофизиологической коррекции основана на предъявлении человеку информации о состоянии и изменении тех или иных его физиологических процессов с целью обучения сознательному контролю над различными вегетативными функциями организма [6,

10]. В качестве обратных сигналов-стимулов могут использоваться различные параметры гемодинамики, дыхания, кожно-гальваническая реакция, электроэнцефалограмма. Однако с учётом специфики условий ПЛ в рамках данного исследования предпочтение было отдано формированию навыков диафрагмально-релаксационного типа дыхания с максимальной дыхательной аритмией сердца.

Целью исследования настоящей работы являлась оценка эффективности БОС-тренинга для коррекции функционального состояния и работоспособности подводников в ходе автономного плавания.

Методы

Исследование проводилось в ходе дальнего морского похода. В нем приняли участие 10 операторов в возрасте от 30 до 40 лет, прошедших медицинское освидетельствование и признанных годными по состоянию здоровья к службе на ПЛ и подписавших информированное добровольное согласие на участие в исследовании. В процессе рандомизации были сформированы основная ($n = 5$) и контрольная ($n = 5$) группы. В основной группе в период плавания проводились тренировки психической саморегуляции с применением БОС при помощи аппаратно-программного комплекса «Реакор» производства ООО НПКФ «Медиком МТД» г. Таганрог. Испытуемые основной группы выполняли 10 процедур БОС ежедневно по 20–30 минут с повтором курса через 10 дней. В качестве обратного сигнала-импульса использовалась частота сердечных сокращений (ЧСС). В контрольной группе коррекционных мероприятий не проводилось.

Для оценки эффективности использования БОС-процедур все испытуемые перед выходом в море и по его окончании подвергались комплексному психофизиологическому обследованию по оценке ФС кардиореспираторной системы. Исследования проводились с использованием компьютерного кардиографа «Поли-Спектр-8», разработанного фирмой «Нейрософт», г. Иваново, и автоматического измерителя давления ОМРОН производства компании «OMRON» Япония. Регистрация кардиоритмограммы производилась в положении лежа в течение 5 минут до и после выполнения процедуры. По результатам выполненных исследований были проанализированы следующие показатели деятельности кардиореспираторной системы:

- статистические параметры варибельности сердечного ритма (ВСР) — среднеквадратичное отклонение интервала R-R (SDNN), процент последовательных интервалов, различие между которыми превышает 50 мс (pNN_{50}), показатель R-R — разность между максимальной и минимальной ЧСС;

- спектральные компоненты ВСР: суммарная мощность спектра (TP), мощность очень низкочастотной составляющей спектра (0,003–0,04 Гц, VLF), мощность низкочастотного компонента спектра (0,04–0,15 Гц, LF), мощность высокочастотной составляющей спектра (0,15–0,4 Гц, HF) и вагосим-

патический индекс (LF/HF);

- параметры вариационной пульсометрии: мода, т. е. наиболее часто встречающиеся значения интервалов R-R (M_0), индекс вегетативного равновесия (ИВР), показатель активности процессов регуляции (ПАПР), индекс напряжения (ИН).

Статистическая обработка результатов исследования [1, 11] проводилась с помощью встроенного программного модуля Microsoft Excel 2000 и Statistica 6.0. Из-за малочисленности обследуемой группы математическая обработка достаточно затруднена, в связи с чем при анализе полученных данных обращалось внимание не только на значимые изменения, установленные с помощью непараметрических методов статистики, но и на наиболее выраженные тенденции, подтверждаемые сочетанной динамикой физиологически взаимосвязанных показателей.

Результаты

Варибельность сердечного ритма характеризует влияние на работу сердца вегетативной нервной системы и ряда других гуморальных и рефлекторных факторов. Анализ ВСР дает возможность оценить ФС оператора, позволяет следить за его динамикой [4, 7, 11]. Негативная динамика показателей ВСР на фоне выраженной нервно-психической или физической нагрузки свидетельствует о нарушении вегетативной регуляции сердечной деятельности и отражает низкий уровень функциональных резервов сердечно-сосудистой системы. Результаты анализа статистических параметров ВСР операторов основной и контрольной группы представлены в табл. 1.

Таблица 1
Статистические параметры варибельности сердечного ритма операторов основной и контрольной групп

Группа	Исп. №	$\Delta R-R$ (у. е.)		SDNN (мс ²)		pNN_{50} (%)	
		До	После	До	После	До	После
Основная	1	24,3	21,3	30	20	1,3	1,5
	2	8,5	22,4	42	100	2,4	6,0
	3	8,5	19,0	31	76	9,1	36,8
	4	8,9	22,2	48	56	37,2	13,0
	5	30,7	41,7	45	61	9,7	35,6
М		16,18*	25,32*	39,2*	62,6*	11,94	18,58
σ		10,6	9,3	8,2	29,3	14,6	16,6
м		4,7	4,2	3,7	13,1	6,6	7,4
Конт- рольная	6	4,9	9,6	16	37	0,9	0,6
	7	28,9	5,0	52	28	12,8	0,9
	8	23,8	7,2	52	45	3,5	0,3
	9	32,6	15,9	46	57	3,0	5,1
	10	15,7	10,5	70	42	36,5	6,3
М		21,18*	9,64*	47,2	41,8	11,34	2,64
σ		11,1	4,1	19,6	10,7	14,8	2,8
м		5,0	1,8	8,8	4,8	6,6	1,3

Примечание для табл. 1–3. * — изменения в связанных выборках статистически значимы ($p \leq 0,05$).

По результатам анализа статистических показателей ВСР установлено, что в основной группе значения $\Delta R-R$ к моменту окончания похода увеличивалось в среднем на 56,4 % ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона). Абсолютные значения показателя составили в среднем 25,32, что относится к классу ФС, свидетельствующему о сбалансированности регуляторных процессов [8]. В контрольной группе, напротив, $\Delta R-R$ значимо снижалось более чем в 2 раза ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона). Абсолютные значения показателя к моменту окончания морского похода составили в среднем по группе 9,64, что свидетельствует о снижении резервных возможностей сердечно-сосудистой системы. Подобные значения $\Delta R-R$ наблюдаются у здоровых лиц при утомлении после выполнения задач, связанных с высоким когнитивным, психоэмоциональным или физическим напряжением [8]. Сравнительный анализ статистических параметров ВСР обследуемых групп показал, что к моменту окончания похода значения $\Delta R-R$ у операторов основной группы были значимо выше, чем в контрольной группе, более чем в два раза ($p \leq 0,01$ по U-критерию Манна – Уитни).

Индекс SDNN в основной группе, измеренный после выхода в море, был значимо выше предпоходовых величин в среднем на 60,5 % ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона). В контрольной группе, напротив, он имел тенденцию к снижению (в среднем на 11,4 %). Показатель rNN_{50} в контрольной группе также снижался (более чем в два раза), а в опытной группе имел тенденцию к росту (в среднем на 55,6 %). При этом различия rNN_{50} между группами к моменту окончания похода достигали уровня статистической значимости ($p \leq 0,05$ по U-критерию Манна – Уитни).

Аналогичная динамика наблюдается и при анализе других статистических параметров ВСР.

Не менее характерной является динамика спектральных показателей ВСР (табл. 2).

К моменту окончания похода суммарная мощность спектра ВСР в основной группе возросла более чем в два раза, в то время как в контрольной группе показатель имел разнонаправленную динамику, снижаясь в среднем по группе на 18,2 %. При этом измерения, выполненные после завершения похода, выявили, что у респондентов, принимавших участие в сеансах БОС-тренинга, значения ТР были в среднем по группе практически в два раза выше, чем у представителей контрольной группы.

Анализ компонентов спектра ВСР показал, что увеличение общей мощности в основной группе достигалось за счёт сочетанного увеличения VLF-компонента, низкочастотного компонента ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона) и высокочастотной составляющей. Причём во всех диапазонах частот наблюдалось более чем двукратное увеличение значений. В контрольной группе снижение общей мощности спектра происходило на фоне увеличения значений VLF-составляющей (в среднем на 46,9 %) и сочетанного снижения низкочастотного компонента (более чем в два раза) и высокочастотной составляющей (в среднем на 18,1 %).

По современным представлениям низкочастотные колебания (LF) отражают активность симпатического звена нервной регуляции и связаны с деятельностью вазомоторного центра. Высокочастотные колебания (HF) зависят от активности парасимпатической нервной системы и отражают тонус блуждающего нерва. Суммарная мощность спектра свидетельствует об общей вариабельности ритма сердца и позволяет

Таблица 2

Спектральные показатели вариабельности сердечного ритма операторов основной и контрольной групп

Группа	Исп. №	ТР ($\text{мс}^2/\text{Гц}$)		VLF ($\text{мс}^2/\text{Гц}$)		LF ($\text{мс}^2/\text{Гц}$)		HF ($\text{мс}^2/\text{Гц}$)		LF/HF	
		До	После	До	После	До	После	До	После	До	После
Опыт	1	1303	906	221	129	728	506	354	271	2,05	1,87
	2	2158	8944	1301	1858	640	3095	216	3991	2,96	0,8
	3	1110	6570	183	3087	349	1458	578	2026	0,6	0,7
	4	1917	3169	454	1867	477	817	985	484	0,5	1,7
	5	2194	3457	685	1406	898	1014	612	1038	1,47	0,9
М		1736,4	4609,2	568,8	1669,4	618,4*	1378*	549	1562	1,5	1,2
σ		500,0	3152,4	456,2	1063,8	214,0	1020,1	293,2	1518,1	1,0	0,5
м		224,2	1413,6	204,6	477,0	96,0	457,4	131,5	680,8	0,5	0,2
Контроль	6	338	1509	138	721	166	688	345	999	4,8	6,9
	7	3495	1114	647	872	2119	155	729	871	2,9	1,8
	8	2525	2664	952	2149	1542	406	567	109	3,1	3,7
	9	2354	3776	1376	2705	796	796	182	275	4,37	2,9
	10	5009	2172	2171	1312	1480	505	1358	354	1,1	1,4
М		2744,2	2247,0	1056,8	1551,8	1220,6	510,0	636,2	521,6	3,3	3,3
σ		1709,0	1042,3	769,2	850,9	753,4	250,2	454,3	390,2	1,5	2,2
м		766,4	467,4	344,9	381,6	337,8	112,2	203,7	175,0	0,7	1,0

судить о состоянии регуляторных механизмов, оказывающих влияние на сердечно-сосудистую систему. Многочисленные исследования показывают, что показатель ТР имеет тенденцию к снижению в процессе напряженной профессиональной деятельности, при выраженных физических и когнитивных нагрузках, выраженном психоэмоциональном стрессе. Низкие значения общей мощности спектра ВСР зачастую рассматриваются как надёжный коррелят астенических состояний и утомления [13, 14, 15]. Тем не менее у здоровых лиц при наличии высоких функциональных резервов и адекватном функционировании механизмов адаптации сниженная ВСР достаточно быстро восстанавливается до нормальных значений.

Следует отметить, что абсолютные значения индекса LF/HF в основной группе, зафиксированные после окончания похода, были значимо ниже, чем в контрольной, более чем в два раза ($p \leq 0,05$ по U-критерию Манна — Уитни). Одновременное увеличение обеих составляющих спектра ВСР и незначительное снижение LF/HF свидетельствует, по мнению ряда исследователей, о снижении психоэмоциональной напряженности и нормализации ФС системы кровообращения [4, 12, 13, 16].

Данные по вариационной пульсометрии представлены в табл. 3.

При анализе показателей вариационной пульсометрии видно, что ни в основной, ни в контрольной группе средние значения Мо и ПАПР, зафиксированные до и после выхода в море, практически не отличаются, тогда как значения ИВР в основной группе значимо снижались в среднем в два с половиной раза ($p \leq 0,01$ по T-критерию Вилкоксона). В контрольной группе, напротив, индекс вегетативного равновесия

увеличивался в среднем на 38,3 %. При этом к моменту окончания похода группы значимо отличались по данному параметру ($p \leq 0,01$ по U-критерию Манна — Уитни). Значения ИН в основной группе после возвращения на базу также были значимо ниже исходных величин в среднем на 58 % ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона). В контрольной группе показатель ИН имел тенденцию к увеличению в среднем на 37,6 %. К моменту окончания похода группы также значимо отличались по данному параметру ($p \leq 0,01$ по U-критерию Манна — Уитни).

Как уже отмечалось, ИВР указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов, а параметр ИН косвенно указывает на степень напряжения функциональных систем организма. В настоящее время считается, что умеренно высокие значения Мо на фоне низких значений ИН и ИВР отражают рост активности парасимпатического звена нервной системы и усиление активности автономного контура регуляции. Подобная картина наиболее характерна для здоровых лиц в период восстановления после интенсивной профессиональной деятельности [2, 3, 4]. Увеличение значений ИВР, ПАПР и ИН в контрольной группе, напротив, свидетельствует об усилении центрального типа регуляции и напряжении адаптационных механизмов на фоне явлений утомления, развившегося в период выхода в море.

Обсуждение результатов

Анализируя статистические показатели ВСР, можно предположить, что у подводников основной группы негативные изменения вегетативной регуляции благодаря проведению коррекционных мероприятий были минимальны, что отражается в нормализации регу-

Таблица 3

Показатели вариационной пульсометрии операторов основной и контрольной групп

Группа	Исп. №	Мо		ИВР		ПАПР		ИН	
		До	После	До	После	До	После	До	После
Основная	1	0,62	0,55	270	62,6	84,3	138	218	56,6
	2	0,79	0,74	217	24,1	60	61,9	138	16,3
	3	0,8	0,82	209	96,8	60,4	39,9	130	59,1
	4	1,16	1,03	128	102	35,4	36,7	55	49,3
	5	0,91	1	157	74,9	45,9	27	85,9	37,3
М		0,86	0,83	196,2*	72,1*	57,20	60,70	125,4*	43,7*
σ		0,18	0,18	49,46	27,95	16,46	40,30	55,26	15,66
m		0,08	0,08	22,18	12,53	7,38	18,07	24,78	7,02
Контрольная	6	0,77	0,87	321	280	121	51,5	236	160
	7	0,75	0,69	115	564	49,4	102	76,4	405
	8	0,79	0,74	450	458	45,9	66,8	301	308
	9	0,87	0,89	203	101	53,3	32,2	117	57
	10	0,97	0,97	67,9	197	28,9	51,2	35	123
М		0,83	0,83	231,38	320,00	59,70	60,74	153,08	210,60
σ		0,09	0,11	155,65	189,26	35,51	26,12	111,67	142,39
m		0,04	0,05	69,80	84,87	15,92	11,72	50,08	63,85

ляторных функций и адекватном функционировании адаптационных механизмов [5, 9, 13, 16].

По результатам анализа спектральных показателей ВСР операторов основной и контрольной групп можно сказать, что высокие значения общей мощности спектра у представителей основной группы следует рассматривать как показатель оптимального ФС организма подводников к моменту окончания выхода в море. Эти данные подтверждает и анализ динамики компонентов спектра ВСР. В контрольной группе наблюдалось характерное снижение общей мощности спектра за счёт уменьшения как низкочастотной составляющей спектра, так и высокочастотной, что характерно для состояния утомления на фоне сниженных функциональных резервов сердечно-сосудистой системы. В основной группе, напротив, наблюдалось сочетанное увеличение как LF-показателя, так и HF. При этом рост высокочастотного компонента спектра несколько превалировал над ростом LF, что привело к снижению вагосимпатического индекса в среднем по группе на 20 %.

Сохранение высоких значений VLF как в основной, так и в контрольной группе свидетельствует о том, что вегетативное обеспечение деятельности по-прежнему осуществляется во многом за счёт церебральных эрготропных и гуморально-метаболических влияний.

Анализ вариационной пульсометрии у подводников также показал положительную роль БОС-тренинга для поддержания ФС подводников.

Таким образом, в ходе проведенного исследования у представителей основной группы в результате применения БОС-тренинга были выявлены значимые кардиографические отличия от испытуемых контрольной группы, свидетельствующие о повышении индивидуальной устойчивости организма к возникновению функциональных нарушений системы кровообращения в условиях выполнения профессиональной деятельности.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

В ходе интенсивных психоэмоциональных, когнитивных и физических нагрузок, связанных с решением задач автономного плавания, функциональное состояние подводников ухудшается, что может привести к критическому снижению качества выполняемой личным составом деятельности.

С целью повышения устойчивости к неблагоприятным факторам обитаемости и условиям профессиональной деятельности подводников, предотвращения чрезмерного напряжения адаптационных резервов и соответственно снижения риска ухудшения надежности деятельности необходимо использовать современные коррекционные технологии, в частности БОС-тренинг.

Список литературы

1. Багрецов С. А., Колганов С. К., Львов В. М. Диагностика и прогнозирование функциональных состояний операторов в деятельности. Вопросы проектирования и применения. М. : Радио и связь, 2000. 192 с.

2. Баевский Р. М. Теоретические и прикладные аспекты анализа биосистем. М., 1976. С. 88–111.

3. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. Т. 24. С. 66–85.

4. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека. 2002. Т. 28, № 1. С. 70–82.

5. Батуев А. С., Куликов Г. А. Введение в физиологию сенсорных систем. М. : Высшая школа, 1983. 247 с.

6. Голуб Я. В., Жиров В. М. Медико-психологические аспекты применения светозвуковой стимуляции и биологической обратной связи. СПб., 2007. 97 с.

7. Пудков А. Б., Сарычев А. С. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у нефтяников при экспедиционном режиме труда в Заполярье // Вестник Российского университета дружбы народов. 2005. № 2 (30). С. 114–120.

8. Дубровский В. И. Спортивная медицина. 2-е изд., доп. М., 2002. 512 с.

9. Загрядский В. П., Сулимо-Самуйлло З. К. Методы исследования в физиологии труда. Л. : ВМедА, 1991. 110 с.

10. Кулаков Д. В. Коррекция дезадаптивного нервно-психического состояния у сотрудников ГПС МЧС России на основе аудиовизуального воздействия и биологической обратной связи : дис. ... канд. психол. наук. СПб., 2011. 156 с.

11. Мороз М. П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. СПб. : ИМАТОН, 2003. 38 с.

12. Cacioppo J. T., Berntson G. G., Malarkey W. B., Kiecolt-Glaser J. K., Sheridan J. F., Poehlmann K. M., Burleson M. H., Ernst J. M., Hawkley L. C., Glaser R. Autonomic, neuroendocrine, and immune responses to psychological stress: the reactivity hypothesis // Ann. NY Acad. Sci. 1998. Vol. 840. P. 664–673.

13. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology // Eur. Heart J. 1996. Vol. 17. P. 354–381.

14. Gardner R. M. Direct blood pressure measurement - dynamic response requirements // Anesthesiology. 1981. Vol. 54. P. 227–236.

15. Mc Craty R., Atkinson M., Tiller W. A., Rein G., Watkins A. D. The effects of emotions on short term power spectrum analysis of heart rate variability // Am. J. Cardiol. 1998. Vol. 76 (14). P. 1089–1093.

16. Subcommittee of WHO/ISH Mild Hypertension Liaison Committee. Summary of the World Health Organization - International Society of Hypertension guidelines for the management of mild hypertension // Br. Med. J. 1993. Vol. 307. P. 1541–1546.

References

1. Bagretsov S. A., Kolganov S. K., Lvov V. M. Diagnostika i prognozirovaniye funktsional'nykh sostoyaniy operatorov v deyatel'nosti [Diagnostics and forecasting of the operators' functional status in process of activities]. *Voprosy proektirovaniya i primeneniya* [Issues of design and practical usage]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 2000, 192 p.

2. Baevsky R. M. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty analiza biosistem* [Theoretical and practical aspects of the biosystems analysis]. Moscow, 1976, pp. 88–111.

3. Baevsky R. M., Ivanov G. G., Chireykin L. V. Analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems (guidelines). *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology]. 2001, 24, pp. 66-85. [in Russian]
4. Baevsky R. M. Analysis of heart rate variability in space medicine. *Fiziologiya cheloveka*. [Human Physiology]. 2002, 28 (1), pp. 70-82. [in Russian]
5. Batuev A. S., Kulikov G. A. *Vvedenie v fiziologiyu sensorykh sistem* [Introduction to the physiology of sensory systems]. Moscow, 1983, 247 p.
6. Golub J. V., Zhirov V. M. *Mediko-psihologicheskie aspekty primeneniya svetozvukovoy stimulyacii i biologicheskoi obratnoy svyazi* [Medical and psychological aspects of light and sound stimulation usage and biofeedback]. Saint Petersburg, 2007, 97 p.
7. Gudkov A. B., Sarychev A. S. The State of heart rate vegetative regulation by the oilmen working in the Arctic. *Vestnik Ros. un-ta druzhby narodov* [Bulletin of Russian University of Peoples' Friendship]. 2005, 2 (30), pp. 114-120. [in Russian]
8. Dubrovsky V. I. *Sportivnaya medicina* [Sports medicine]. Moscow, 2002, 512 p.
9. Zagryadskiy V. P., Sulimo-Samuylo Z. K. *Metody issledovaniya v fiziologii truda* [Research methods in physiology of labor]. Leningrad, 1991, 110 p.
10. Kulakov D. V. *Korrekcija dezadaptivnogo nervno-psihicheskogo sostoyaniya u sotrudnikov GPS MChS Rossii na osnove audiovizual'nogo vozdeystviya i biologicheskoi obratnoy svyazi. Kand. diss.* [Correction of the non-adaptive neuro-psychological condition of employees of EMERCOM of Russia on the basis of audio-visual effects and biofeedback. Cand. Diss.]. Saint Petersburg, 2011, 156 p.
11. Moroz M. P. *Ekspress-diagnostics funktsional'nogo sostoyaniya i rabotosposobnosti cheloveka* [Express-diagnostics of functional status and human performance]. Saint Petersburg, IMATON Publ., 2003. 38 p.
12. Cacioppo J. T., Berntson G. G., Malarkey W. B., Kiecolt-Glaser J. K., Sheridan J. F., Poehlmann K. M., Burleson M. H., Ernst J. M., Hawkley L. C., Glaser R. Autonomic, neuroendocrine, and immune responses to psychological stress: the reactivity hypothesis. *Ann. NY Acad. Sci.* 1998, 840, pp. 664-673.
13. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of pacing and electrophysiology. *Eur. Heart J.* 1996, 17, pp. 354-381.
14. Gardner R. M. Direct blood pressure measurement - dynamic response requirements. *Anesthesiology*. 1981, 54, pp. 227-236.
15. Mc Craty R., Atkinson M., Tiller W. A., Rein G., Watkins A. D. The effects of emotions on short term power spectrum analysis of heart rate variability. *Am. J. Cardiol.* 1998, 76 (14), pp. 1089-1093.
16. Subcommittee of WHO/ISH Mild Hypertension Liaison Committee. Summary of the World Health Organization - International Society of Hypertension guidelines for the management of mild hypertension. *Br. Med. J.* 1993, 307, pp. 1541-1546.
- Контактная информация:**
Блощинский Иван Анатольевич — доктор медицинских наук, полковник медицинской службы запаса, специалист-исследователь центра подготовки Министерства обороны Российской Федерации, заслуженный врач РФ
Адрес: 198510, г. Санкт-Петербург, Петродворец, ул. Константиновская, д. 25
E-mail: bia_55@mail.ru