

УДК 613.6.027:623.827.6

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИПОКСИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК В КАЧЕСТВЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОДВОДНИКОВ

Ю. Р. Ханкевич, К. В. Сапожников, С. А. Парфенов, А. В. Седов

Центр подготовки Министерства обороны Российской Федерации, Санкт-Петербург,
Россия

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF HYPOXIC CONDITIONING IN PSYCHOPHYSIOLOGICAL TRAINING OF SUBMARINERS

Yu. R. Khankevich, K. V. Sapozhnikov, S. A. Parfenov, A. V. Sedov

Military Drilling Center of the Ministry of Defense of the Russian Federation,
St. Petersburg, Russia

© Коллектив авторов, 2016 г.

Среди множества профессий лицам операторского профиля отводится особое место по сложности выполняемой работы. Профессиональная деятельность операторов-подводников относится к категории очень высокого риска, а их работа во время похода осуществляется в длительном отрыве от берега и связана с воздействием не только неблагоприятных факторов операторского труда, но и целого комплекса негативных факторов обитаемости корабля. При этом успешность работы боевых постов в значительной степени зависит от функционального состояния операторов, поэтому профилактика его негативных изменений является важной задачей современной военно-морской медицины. Одним из путей решения данной задачи является комплексное развитие компонентов и структуры функциональных систем организма операторов путем проведения предпоходовой психофизиологической подготовки. Весьма распространенной методикой тренировки функциональных систем и подготовки респондентов к экстремальным нагрузкам является интервальная гипоксическая тренировка. Авторами проведено исследование на 12 офицерах-операторах. Выявлено, что интервальная гипоксическая тренировка увеличивает устойчивость к утомлению и негативным факторам обитаемости подводной лодки, ввиду чего может использоваться в качестве одной из методик предпоходовой психофизиологической подготовки подводников.

Ключевые слова: подводники, операторы, интервальная гипоксическая тренировка, предпоходовая психофизиологическая подготовка

Among many submarine duties, operator jobs are especially difficult. Submarine operator duties are associated with especially high risks and are carried out under conditions of long-term separation from shore and under a number of other negative onboard influences. At the same time, a success in military duties is heavily dependent on the working conditions of operators; therefore, preventing adverse changes in their workability is an important task of navy medicine. One of approaches to performing this task is based on pre-cruise psychophysiological training as an integrated means of developing the organismal functional systems of operators. A widely used technique of accommodating to extreme environmental challenges is intermittent hypoxic conditioning. In a study carried out with 12 operator officers, such conditioning was found to increase their tolerance to fatigue and adverse onboard factors at work in submarines and thus to be useful as an approach to pre-cruise training of submariners.

Key words: submariner, operator, intermittent hypoxic conditioning, pre-cruise psychophysiological training.

Введение. Основной род деятельности воен-нослужащих-подводников — операторский.

Среди множества профессий лицам операторского профиля отводится особое место по слож-

ности выполняемой работы. Профессиональная деятельность операторов систем «человек-машина» (СЧМ) относится к категории наиболее тяжелых [1], связана с высоким уровнем ответственности [2, 3] и протекает с высокой удельной массой логических и автоматических операций [3]. Исследования [4–7] показывают, что подавляющее большинство сбоев в работе СЧМ приходится на человеческий фактор.

Профессиональная деятельность операторов-подводников относится к категории очень высокого риска [8], а их работа во время похода осуществляется в длительном (более 30 суток) отрыве от берега и связана с воздействием не только неблагоприятных факторов операторского труда, но и целого комплекса негативных факторов обитаемости корабля [9]. При этом успешность функционирования боевых постов в значительной степени зависит от состояния операторов, взаимодействующих с техническими компонентами СЧМ через органы управления.

Одним из основных качеств оператора является его работоспособность (РС) — свойство выполнять определенную деятельность с требуемым качеством и в течение заданного промежутка времени, которое во многом определяется его функциональным состоянием (ФС) — комплексом возникающих в процессе работы характеристик тех свойств, функций и качеств организма, которые обуславливают осуществление профессиональной деятельности. Поэтому профилактика негативных изменений ФС и предупреждения ошибок в работе операторов является важной задачей современной военно-морской медицины, направленной на обеспечение безопасности военно-профессиональной деятельности операторов-подводников. Одним из направлений решения данной задачи является комплексное развитие компонентов и структуры функциональных систем организма операторов путем проведения предподводной психофизиологической подготовки.

Весьма распространенной методикой тренировки функциональных систем и подготовки респондентов к экстремальным нагрузкам является интервальная гипоксическая тренировка (ИГТ). В ряде работ показаны ее положительные эффекты, в частности, ускорение адаптации к нагрузкам и изменяющимся условиям внешней среды, снижение физиологической «стоимости» интенсивной профессиональной деятельности, а также сокращение объема

последующих реабилитационных мероприятий [10–15].

Целью настоящей работы явилось определение эффективности интервальной гипоксической тренировки в качестве психофизиологической подготовки подводников перед выполнением задач в море.

Материалы и методы исследования. Проведено обследование 12 офицеров из числа экипажа подводной лодки (ПЛ). Исследуемый контингент методом рандомизации разделен на две группы (основную и контрольную) по 6 человек. Офицеры выполняли плановые мероприятия по подготовке корабля к походу. Все обследуемые были признаны годными к службе на ПЛ, дали добровольное согласие на участие в исследованиях. Респондентам основной группы проводились интервальные гипоксические тренировки при помощи программно-аппаратного комплекса БАРС-ГД производства ООО «Констэл» г. Москва курсом 12 сеансов дыхания гипоксической газовой смесью (ГГС), каждый рабочий день по 35–40 минут. Содержание кислорода в газовой смеси ступенчато снижалось в течение 4 дней с 16–17% до 12%, после чего не менялось до окончания курса. В контрольной группе мероприятий психофизиологической подготовки не проводилось. Показатели регистрировались до проведения ИГТ (фон), перед выходом в море (II изм.) и сразу после похода, по возвращении экипажа в пункт базирования (III изм.).

При оценке эффективности ИГТ значительное внимание было уделено изучению показателей функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС) как универсального индикатора реакций целостного организма (концепция «универсального индикатора» В. В. Парина) [16]. Кроме того, высокая работоспособность в напряженных условиях и реактивность оператора при возникновении нештатных ситуаций также зависит от высокой скорости протекания процессов в центральной нервной системе (ЦНС) [17]. В связи с этим для диагностики функциональных изменений в организме подводников [18, 19] нами использовались следующие показатели:

— артериальное давление: систолическое (САД), диастолическое (ДАД), среднее (АДср); индекс функциональных изменений (ИФИ) [20];
— простая сенсомоторная реакция (ПСМР); реакция выбора (РВ); критическая частота слияния мельканий (КЧСМ).

Другим методом, с помощью которого проводилась комплексная оценка динамики функ-

ционального состояния ЦНС, являлся анализ биоэлектрической активности коры головного мозга. Электроэнцефалограмму регистрировали от 8 стандартных отведений с параллельной записью полиграфических каналов ЭОГ и ЭМГ для последующей фильтрации этих сигналов из ЭЭГ. Регистрация проводилась в положении лежа, с закрытыми глазами. Для обработки полученной записи использовался метод спектрально-корреляционного анализа на основе быстрого преобразования Фурье.

Анализ электроэнцефалограммы, выполненной до начала эксперимента, показал, что у одного из респондентов основной группы ЭЭГ можно отнести к III типу по классификации Е. А. Жирмунской. Поскольку электрофизиологические реакции у людей с различными типами ЭЭГ могут значительно отличаться, в итоговой обработке были учтены только лица с выраженным зонально-дифференцированным α -ритмом и затылочно-лобным градиентом, что характерно для I типа ЭЭГ [21].

Ввиду малого объема выборок использовались непараметрические критерии для поиска различий между группами. Для независимых выборок (сравнение между группами) использовали U-критерий Манна–Уитни. Для зависимых (сравнение между этапами) — T-критерий Вилкоксона для парных выборок и G-критерий знаков. При получении разных результатов обработки данных предпочтение отдавалось критерию Вилкоксона, как имеющему большую статистическую мощность. Нулевая гипотеза об отсутствии различий между изучаемыми группами отвергалась при уровне значимости $p \leq 0,05$.

В случае получения вероятности ошибки I рода выше 5% внимание обращалось на тенденции той или иной степени выраженности, подтверждаемые сочетанной динамикой психофизиологически взаимосвязанных показателей.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 представлены гемодинамические показатели операторов на различных этапах проведенного исследования.

Таблица 1

Динамика показателей гемодинамики у операторов

Показатель	Контрольная группа			Интервальная гипоксическая тренировка		
	фон	II изм.	III изм.	фон	II изм.	III изм.
САД	118,7±4,2⁺	129,5±5,8⁺	124,0±5,7⁺	126,3±6,2	120,7±6,5	126,8±5,6
ДАД	79,5±4,0	79,5±4,5	75,8±3,7	75±3,3	72,3±2,9	73,5±4,5
АДср	92,6±4,0	96,2±4,8⁺	91,9±4,3⁺	92,1±4,0	88,4±3,8	91,3±4,2
ИФИ	2,42±0,10⁺	2,75±0,12⁺*	2,55±0,1⁺	2,55±0,17	2,40±0,14[*]	2,46±0,13

Примечание: полужирным шрифтом выделены значимые различия: * — различия между группами значимы ($p \leq 0,05$); + — различия внутри группы между отмеченными этапами значимы ($p \leq 0,05$).

Исследования проводились с использованием компьютерного электроэнцефалографа, кардиографа и автоматического тонометра, при помощи пакета прикладных программ «НС-Психотест» на базе персонального компьютера с комплектом периферийных устройств для выполнения ПСМР, РВ и КЧСМ. Регистрация кардиоритмограммы выполнялась в соответствии с рекомендациями ВОЗ в положении лежа в течение 5 минут [22–25].

Статистическая обработка полученных данных производилась на базе персонального компьютера в табличном процессоре Excel 2013 и пакетах прикладных программ Statistica 10 и SPSS Statistics 17.0.

Первым этапом выполнена оценка нормальности распределения изучаемых параметров с помощью критерия Шапиро–Уилка.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в контрольной группе значения САД перед походом были выше фоновых величин, в среднем, на 9,1% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона), а АДср — в среднем, на 4,1%. В основной группе значения САД, ДАД и АДср имели тенденцию к некоторому снижению, в среднем, на 4,5%, 3,1% и 3,7% соответственно. Однако статистически достоверных отличий с контрольной группой выявлено не было.

После возвращения операторов контрольной группы в пункт базирования величины АД имели тенденцию к некоторому снижению, оставаясь, зачастую, выше фоновых значений. Так, САД, ДАД и АДср снижалось к моменту окончания похода, соответственно, в среднем, на 4,2% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона), 4,1% и 4,3% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона).

по сравнению со II измерением. Тем не менее, САД оставалось выше исходных значений в среднем на 4,6%.

У представителей основной группы показатели гемодинамики к моменту окончания похода также имели тенденцию к некоторому росту, однако итоговые значения САД, ДАД и АДср практически не отличались от исходных.

Таким образом, увеличение параметров системной гемодинамики в контрольной группе свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов в условиях некорректируемого стресса [16, 26, 27], физической, когнитивной и психоэмоциональной нагрузки. В основной группе данные изменения были выражены в меньшей степени, что может рассматриваться как свидетельство эффективности проведенных мероприятий психофизиологической подготовки.

составляет 2,6 условных единиц. В данном диапазоне функциональные возможности сердечно-сосудистой системы рассматриваются как достаточно устойчивые к действию неблагоприятных факторов окружающей среды и профессиональной деятельности [19, 28].

Помимо анализа показателей гемодинамики и ИФИ, оценивалась нейродинамика подводников [29, 30]. Данные представлены в табл. 2. Анализ КЧСМ существенной динамики в процессе исследований не выявил. В ходе работ было установлено, что среднее латентное время ПСМР имело тенденцию к увеличению в обеих обследованных группах, причем в наибольшей степени это было выражено непосредственно перед выходом в море. Так, при II измерении время ПСМР в контрольной группе было выше фоновых значений на 7,9% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона).

Таблица 2

Изменения показателей нейродинамики

Показатель	Контрольная группа			Интервальная гипоксическая тренировка		
	фон	II изм.	III изм.	фон	II изм.	III изм.
ПСМР	201,2±8,5	214,4±15,4	198,9±6,6	219,4±11,5 ⁺	236,4±8,8 ⁺	220,5±10,1
ССМРср	337,3±19,5	353,2±29,9	348,4±21,1	358±10,9	368,9±14,9	353,4±14,6
ССМР (Нощ)	5,2±1,1 ⁺	7,2±1,1 ⁺	8,2±2,4	10,5±1,7	8,3±2,4	9,7±2,4
КЧСМ	35,4±0,6	36,3±0,9	36,5±0,7	36,4±1,2	37,5±0,8	36,2±1,2

⁺ — различия внутри группы между отмеченными этапами значимы ($p \leq 0,05$).

Это подтверждается динамикой индекса функциональных изменений (ИФИ), который в контрольной группе к моменту окончания подготовки к выходу в море достоверно увеличился, в среднем на 13,9% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона). После возвращения из похода средняя величина ИФИ снизилась по группе на 7,1% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона), оставаясь, тем не менее, выше исходных значений на 5,9%.

В основной группе средние значения ИФИ во время II обследования оказались даже ниже фоновых величин на 5,3%. К моменту возвращения в пункт базирования они несколько возросли, оставаясь при этом ниже исходных значений на 2,6%. Следует отметить, что при II обследовании средние значения ИФИ в основной группе были достоверно ниже, чем в контрольной ($p \leq 0,05$ по U-критерию Манна–Уитни). При этом необходимо отметить, что в основной группе средние значения ИФИ находились в пределах верхней границы нормы, которая

Другим информативным тестом для экспресс-оценки подвижности основных нервных процессов, а также силы процессов возбуждения и внутреннего торможения в ЦНС является измерение времени ССМР.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что во всех обследованных группах время ССМР, к моменту проведения II измерения, имело тенденцию к увеличению. Так, в контрольной группе данный показатель увеличился, в среднем, на 5,1%, а в основной группе — на 2,6%.

При этом после окончания похода среднее время ССМР в контрольной группе было на 3,4% выше, чем при фоновом обследовании, а в основной группе — на 1,3% ниже исходных величин.

Анализ количества ошибочных реакций при выполнении теста ССМР показал, что в контрольной группе наблюдалось достоверное увеличение числа неверных действий. Так, при II измерении среднее количество ошибок увеличилось почти на 40% ($p \leq 0,05$ по T-критерию Вилкоксона), а в послепоходный период их

число было уже на 58% больше, чем при фоновом обследовании. В основной группе количество ошибочных реакций после окончания похода было ниже, чем при первом обследовании, в среднем на 7,6%.

Малое время ССМР к окончанию решения задач в море отражает высокую скорость дифференцировочных реакций с участием лобных отделов коры головного мозга и моторных систем, а минимальное количество сопутствующих ошибочных реакций характеризует способность произвольного контроля указанных процессов [30–33].

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что курсовое использование ИГТ приводило к менее выраженному увеличению латентного времени простой сенсорной реакции, чем в контрольной группе. При этом время ССМР и количество ошибочных действий у респондентов, которым выполнялись тренировки ИГТ, к моменту возвращения из морского похода имело выраженную тенденцию к снижению, в то время как в контрольной группе число ошибочных реакций, напротив, возрастало. Данная динамика говорит об эффективности ИГТ в предпоходовый период.

Другим методом, с помощью которого проводилась комплексная оценка динамики функционального состояния ЦНС, являлся анализ биоэлектрической активности коры головного мозга. В табл. 3 представлены относительные значения мощности (суммарно во всех отведениях) для основных диапазонов ЭЭГ-спектра.

и 11,9% соответственно. К моменту завершения морского похода относительная мощность α -ритма снижалась еще в большей степени и была на 20,9% ниже фоновых значений ($p \leq 0,025$ по Т-критерию Вилкоксона).

ОЗМ β - и θ -ритма были, напротив, выше исходных величин. Так, мощность θ -ритма возросла на 35,5% ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона), а ОЗМ β -ритма — более чем в два раза ($p \leq 0,025$ по Т-критерию Вилкоксона). Изменения δ -ритма к концу похода носили у военнослужащих контрольной группы разнонаправленный характер, причем средние значения практически не отличались от фоновых.

В основной группе к моменту окончания предпоходового периода также регистрировалось снижение относительной мощности α -ритма, в среднем, всего на 0,5%. Однако при этом после возвращения на базу у операторов основной группы ОЗМ α -ритма, напротив, был выше исходных величин на 9,1%.

ОЗМ β -диапазона имела тенденцию к росту. При этом, если к моменту проведения II измерения средняя мощность увеличивалась на 20,5%, то после окончания похода относительные значения мощности β -ритма были выше исходных значений практически в два раза ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона).

В основной группе средняя мощность θ -диапазона имела тенденцию к снижению на всем протяжении исследований. Так, при втором измерении она снижалась на 12,5% относительно фоновых значений, а в послепоходовый период

Таблица 3

Динамика суммарного относительного значения мощности различных диапазонов ЭЭГ-спектра в ходе эксперимента

Показатель	Контрольная группа			Интервальная гипоксическая тренировка		
	фон	II изм.	III изм.	фон	II изм.	III изм.
α -Ритм (8–13 Гц)	56,6±2,3 ⁺	54,2±2,8	44,9±3,3 ⁺	50,7±2,2	50,3±2,9	54,8±3,5
β -Ритм (13–40 Гц)	6,3±0,6 ⁺	7,5±1,2	12,5±1,6 ⁺	4,9±0,4 ⁺	6,0±1,0	10,8±1,2 ⁺
δ -2-Ритм (2–4 Гц)	19,8±2,5	21,3±1,5	19,3±0,7	21,3±1,4	24,4±1,9	21,3±3,4
θ -Ритм (4–8 Гц)	17,2±2,5 ⁺	16,3±3,2	22,7±3,1 ⁺	23,1±2,2 ⁺	19,1±2,2	13,1±1,5 ⁺

⁺ — различия внутри группы между отмеченными этапами значимы ($p \leq 0,05$).

Как показал анализ полученных данных, в контрольной группе при II измерении наблюдалось снижение относительного значения мощности (ОЗМ) α -ритма на 4,4%. Одновременно наблюдалось некоторое уменьшение мощности θ -диапазона на 4,8%. При этом выраженность β - и δ -ритма возрастали на 16,1%

была ниже их на 41,3% ($p \leq 0,05$ по Т-критерию Вилкоксона). Мощность δ -ритма имела ярко выраженную индивидуальную динамику, однако по группе значения показателя в ходе исследования изменялись незначительно.

В основной группе наблюдаемое увеличение мощности α -ритма может расцениваться как

признак высокого уровня функционального состояния структур головного мозга, а также отражать высокий адаптивный потенциал ЦНС. Это предположение подтверждается тенденцией к уменьшению медленноволновой активности.

Таким образом, данные ЭЭГ подтверждают эффективность ИГТ в качестве методики психофизиологической подготовки военно-морских специалистов.

Выводы.

1. Группа респондентов, получивших ИГТ в качестве предподходовой подготовки, показала

лучшую устойчивость к утомлению и негативным факторам обитаемости подводной лодки по сравнению с контрольной. Об этом говорит более высокий уровень ФС ЦНС и ССС после похода в виде уменьшения прироста прямых и расчетных показателей артериального давления, сохранения высокой подвижности нервных процессов и увеличения мощности α -ритма при снижении мощности θ -диапазона ЭЭГ.

2. Ввиду положительных эффектов ИГТ может использоваться в качестве одной из методик предподходовой психофизиологической подготовки подводников.

Литература

1. Славина С. Э., Макушин В. Г. Медико-физиологическая классификация работ по тяжести (Межотраслевые рекомендации).— М.: НИИ труда, 1974.— 148 с.
2. Жовнерчук Е. В. Анализ влияния профессионально вредных факторов на психическое здоровье военнослужащих, несущих боевое дежурство // Медицина катастроф.— 2011.— № 1.— С. 33–36.
3. Онищенко А. В., Игнатъев Ю. Ф., Мосягин И. Г. Изменение показателей церебральной гемодинамики у военных моряков в зависимости от условий учебно-боевой деятельности // Экология человека.— 2008.— № 6.— С. 3–6.
4. Медико-физиологические особенности боевой подготовки экипажей атомной подводной лодки / В. В. Довгуша и др. // Военно-медицинский журнал.— 2009.— № 10.— С. 46–54.
5. Онищенко А. В., Мосягин И. Г. Волновая активность головного мозга у военных моряков в различных условиях профессиональной деятельности // Экология человека.— 2008.— № 8.— С. 49–53.
6. Петухов И. В., Стешина Л. А., Танрывердиев И. О. Система распределенного управления и вывода информации для автоматизации непрерывных технологических процессов в реальном времени // Вестник МарГТУ.— 2009.— № 1.— С. 72–80.
7. Ушаков И. Б., Богомолов А. В., Кукушкин Ю. А. Паттерны функциональных состояний оператора.— М.: Наука, 2010.— 389 с.
8. Опасные профессии: содержание термина, современные подходы к оценке степени и прогнозу опасности различных профессий / А. Я. Фисун и др. // Медицина катастроф.— 2011.— № 2.— С. 46–48.
9. Бервицкий К. А., Шевчук И. А., Онищенко А. Н. Повышение эффективности психофизиологического сопровождения профессиональной деятельности экипажей кораблей Военно-Морского Флота // Саратовский научно-медицинский журнал.— 2010.— Т. 6, № 2.— С. 257–261.
10. Волков Н. И., Сологуб С. Л., Трефилов В. А. Потенцирование тренировочного эффекта нагрузок при использовании в качестве дополнительного средства прерывистых гипоксических воздействий // Юбилейный сборник трудов ученых РГАФК, посвященный 80-летию академии.— М., 1998.— Т. 2.— С. 147–152.
11. Голиков М. А. Здоровье, выносливость, долголетие: роль гипоксической стимуляции // Прерывистая нормобарическая гипокситерапия: докл. Международной академии проблем гипоксии / под ред. Р. Б. Стрелкова.— М.: Бу-мажная галерея, 2005.— Т. IV.— С. 164–201.
12. Колчинская А. З., Цыганова Т. Н., Остапенко Л. А. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте.— М.: Медицина, 2003.— 408 с.
13. Цветков С. А., Бухарин В. А., Соколова Ф. М. Технология интервальной гипоксической тренировки для повышения работоспособности велосипедистов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта.— 2012.— № 11 (93).— С. 129–132.
14. Hamlin M. J., Hellemans J. Effect of intermittent normobaric hypoxic exposure at rest on haematological, physiological, and performance parameters in multi-sport athletes // Journal Sports Sciences.— February 15th.— 2007.— Vol. 25 (4).— P. 431–441.
15. Wilkie K. Hypoxicator // Fitness and Speed Skating Times.— USA, 2000, Nov.— P. 11.
16. Парин В. В., Баевский Р. М., Газенко Щ. Г., Волков Ю. Р. Космическая кардиология.— Л.: Медицина, 1967.— 193 с.

17. Влияние индивидуальных особенностей операторов на изменение функционального состояния при действии авиационного шума / А. А. Благинин и др. // Вестник Российской Военно-медицинской академии.— 2011.— № 4 (36).— С. 97–101.
18. *Дорошев В. Г.* Системный подход к здоровью лётного состава в 21 в.— М.: Паритет Граф, 2000.— 368 с.
19. *Савицкий Н. Н.* Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики.— Л., 1974.— 311 с.
20. *Баевский Р. М., Берсенева А. П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний.— М., 1997.— 364 с.
21. *Жирмунская Е. А.* Некоторые количественные характеристики различных типов ЭЭГ у человека // Журнал невропатологии и психиатрии.— 1969.— № 7.— С. 984.
22. *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.
23. *Баевский Р. М., Иванов Г. Г.* Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / под ред. С. В. Грачева, Г. Г. Иванова, А. И. Сыркина.— М.: Новые методы электрокардиографии, 2007.— С. 473–496.
24. Диагностика состояния человека: математические подходы / А. В. Богомолов и др.— М.: Медицина, 2003.— 464 с.
25. *Максимов И. Б., Столяр В. П., Богомолов А. В.* Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований.— М.: БИНОМ, 2013.— 312 с.
26. *Laurent S. et al.* On behalf of the European Network of Non-invasive Investigation of Large Arteries. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical application // Eur. Heart J.— 2006.— Vol. 27.— P. 2588–2605.
27. 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. 1541–546.
28. *Дубровский В. И.* Спортивная медицина.— 2-е изд., доп.— М., 2002.— 512 с.
29. *Водлозеров В. М., Тарасов С. Г.* Зрительно-двигательная активность человека в условиях слежения.— Харьков: Гуманитарный Центр, 2002.— 242 с.
30. *Шутова С. В., Муравьёва И. В.* Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС // Вестник ТГУ.— 2013.— Т. 8, вып. 5.— С. 2831–2840.
31. *Батуев А. С., Куликов Г. А.* Введение в физиологию сенсорных систем.— М.: Высш. шк., 1983.— 247 с.
32. *Вартамян И. А.* Физиология сенсорных систем: руководство.— СПб.: Лань, 1999.— 224 с.
33. *Гурфинкель В. С., Левик Ю. С.* Сенсорные комплексы и сенсомоторная интеграция // Физиология человека.— 1979.— Т. 5.— С. 339.

Поступила в редакцию: 22.01.2016 г.

Контакт: Ханкевич Юрий Ришардович, тел.: +7 (931) 340-90-38

Сведения об авторах:

Ханкевич Юрий Ришардович — полковник медицинской службы Центра подготовки Министерства обороны Российской Федерации, г. Петергоф, Санкт-Петербург, тел.: +7 (931) 340-90-38;

Сапожников Кирилл Викторович — старший лейтенант медицинской службы Центра подготовки Министерства обороны Российской Федерации, г. Петергоф, Санкт-Петербург, тел.: +7 (911) 039-87-32, e-mail: sapogvmf@gmail.com;

Парфенов Сергей Александрович — старший лейтенант медицинской службы Центра подготовки Министерства обороны Российской Федерации, г. Петергоф, Санкт-Петербург, тел.: +7 (905) 257-06-01, e-mail: sterjen88@mail.ru;

Седов Александр Владимирович — старший лейтенант медицинской службы Центра подготовки Министерства обороны Российской Федерации, г. Петергоф, Санкт-Петербург, тел.: +7 (911) 017-67-51.