

EDN: <https://elibrary.ru/xhfwqwo>DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-7-437-443>

УДК 613.69; 613.6.02

© Коллектив авторов, 2022

Зверев Д.П.¹, Кленков И.Р.¹, Мясников А.А.¹, Фатеев И.В.², Бычков С.А.³, Мавренков Э.М.¹, Ветряков О.В.¹, Миннуллин Т.И.²**Влияние подводных работ на функции внимания, мышления, тонкую мышечную координацию и субъективную оценку состояния организма водолазов**¹ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, ул. Акад. Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044;²ФГБУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины» МО РФ, Лесопарковая улица, 4, Санкт-Петербург, 195043;³АНО «Центр подводных исследований Русского географического общества», ул. Захарьевская, 3, лит. А, Санкт-Петербург, 191123

Введение. В настоящее время отмечается всё более возрастающая потребность в изучении и освоении Мирового океана, в том числе, с целью прокладки глубоководных трубопроводов, поиска новых источников полезных ископаемых и пр. Выполнение специальных задач водолазами на больших глубинах имеет свои особенности. Высокая цена ошибки, вредные условия труда — всё это диктуют необходимость непрерывного получения и анализа научного материала по вопросам сохранения и укрепления здоровья, обеспечения их трудового долголетия, а также адаптации водолазов к характеру и условиям профессиональной деятельности в целях профилактики возникновения ошибок.

Цель исследования — исследование функций внимания и мышления человека, его тонкой мышечной координации и субъективной оценки состояния организма водолазов, как элементов функционального состояния организма, при работе под водой.

Материалы и методы. Обследованы 18 водолазов, которые были разделены на две группы: первая — 10 человек совершали ежедневные спуски на глубину 18 м, вторая группа — 8 человек погружались на глубину 56 м. До и после погружения под воду водолазы проходили психофизиологическое обследование для оценки функции внимания (методика корректурной пробы с кольцами Ландольта), функции мышления (методика арифметического теста «сложение в уме»), тонкой мышечной координации (методики макрографии) и субъективной оценки состояния (опросника САН (самочувствие-активность-настроение)).

Результаты. При проведении водолазных работ отмечали снижение субъективной самооценки состояния организма (тест САН), увеличение количества ошибок (корректурная проба с кольцами Ландольта — функция внимания) и значений показателя высоты чисел (методика макрографии — тонкая мышечная координация), снижение скорости мышления в зависимости от глубины, кратности водолазных спусков, а также самого погружения (независимо от глубины и кратности) на функциональное состояние водолазов. Наиболее выраженные изменения отмечали при длительном выполнении работ (3–5 сут и более) и при погружении на глубину 56 м.

Заключение. Динамика объективных показателей и субъективной оценки состояния организма указывает на то, что с увеличением глубины погружения (с 18 до 56 м), кратности водолазных спусков (ежедневное погружение в течение 5 дней) и самого погружения снижается самооценка состояния, скорость мышления, внимание, тонкой мышечной координации.

Этика. Исследование проведено с соблюдением этических принципов проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта, изложенными в Хельсинкской декларации всемирной медицинской ассоциации.

Ключевые слова: водолаз; функциональное состояние; субъективное состояние; внимание; мышление; острое утомление

Для цитирования: Зверев Д.П., Кленков И.Р., Мясников А.А., Фатеев И.В., Бычков С.А., Мавренков Э.М., Ветряков О.В., Миннуллин Т.И. Влияние подводных работ на функции внимания, мышления, тонкую мышечную координацию и субъективную оценку состояния организма водолазов. *Мед. труда и пром. экол.* 2022; 62(7): 437–443. <https://elibrary.ru/xhfwqwo> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-7-437-443>

Для корреспонденции: Фатеев Иван Владимирович, начальник отдела научно-исследовательского испытательного центра (медико-биологической защиты) ГНИИИ военной медицины МО РФ, д-р мед. наук. E mail: gniiivm_2@mail.ru

Участие авторов:

Зверев Д.П. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Кленков И.Р. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Мясников А.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Фатеев И.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Бычков С.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Мавренков Э.М. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Ветряков О.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, написание и редактирование текста;
Миннуллин Т.И. — написание и редактирование текста.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Центру подводных исследований Русского географического общества в лице исполнительного директора Фокина Сергея Георгиевича за возможность проведения исследования.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 07.02.2022 / Дата принятия к печати: 21.07.2022 / Дата публикации: 15.08.2022

Dmitriy P. Zverev¹, Ilyas R. Klenkov¹, Aleksey A. Myasnikov¹, Ivan V. Fateev², Sergey A. Bychkov³, Eduard M. Mavrenkov¹, Oleg V. Vetryakov¹, Timur I. Minnullin²

The influence of underwater work on the functions of attention, thinking, fine muscle coordination and subjective assessment of the state of the body of divers

¹S.M. Kirov Military Medical Academy, 6, Akad. Lebedeva St., St. Petersburg, 194044;

²State Scientific Research Test Institute of Military Medicine of the Ministry of Defence of Russia, 4, Lesoparkovaya St., St. Petersburg, 195043;

³Underwater Research Center of the Russian Geographical Society, 3, litera A., Zakharyevskaya St., St. Petersburg, 191123

Introduction. Currently, there is an increasing need for the study and development of the World Ocean, including for the purpose of laying deep-water pipelines, searching for new sources of minerals, etc. The performance of special tasks by divers at great depths has its own characteristics. The high cost of error, harmful working conditions — all this dictate the need for continuous receipt and analysis of scientific material on the preservation and promotion of health, ensuring their longevity, as well as the adaptation of divers to the nature and conditions of professional activity in order to prevent the occurrence of errors. **The study aims** to explore the functions of attention and thinking of a person, his fine muscular coordination and subjective assessment of the state of the body of divers, as elements of the functional state of the body, when working underwater.

Materials and methods. We examined 18 divers, divided into two groups: the first — ten people made daily descents to a depth of 18 m, the second group — eight people dived to a depth of 56 m. Before and after diving, the divers underwent a psychophysiological examination to assess the function of attention (the method of the correction test with Landolt rings), the function of thinking (the method of the arithmetic test "addition in mind"), fine muscle coordination (the method of macrography) and subjective assessment of the state (the SAN questionnaire (state of health — activity-mood)).

Results. During diving operations, there was a decrease in subjective self-assessment of the state of the body (SAN test), an increase in the number of errors (correction test with Landolt rings — attention function) and the values of the height index of numbers (macrography technique — fine muscle coordination), a decrease in the speed of thinking depending on the depth, the multiplicity of diving descents, as well as the dive itself (regardless from depth and multiplicity) on the functional state of divers. There were most pronounced changes during prolonged work (3–5 days or more) and when diving to a depth of 56 m.

Conclusion. *The dynamics of objective indicators and subjective assessment of the state of the body indicates that with an increase in the depth of immersion (from 18 to 56 m), the multiplicity of diving descents (daily immersion for 5 days) and the dive itself, the self-esteem of the state, the speed of thinking, attention, fine muscle coordination decreases.*

Ethics. The study was conducted in compliance with the Ethical principles of conducting medical research with human participation as a subject, set out in the Helsinki Declaration of the World Medical Association.

Keywords: diver; functional state; subjective state; attention; thinking; acute fatigue

For citation: Zverev D.P., Klenkov I.R., Myasnikov A.A., Fateev I.V., Bychkov S.A., Mavrenkov E.M., Vetryakov O.V., Minnullin T.I. The influence of underwater work on the functions of attention, thinking, fine muscle coordination and subjective assessment of the state of the body of divers. *Med. truda i prom. ekol.* 2022; 62(7): 437–443. <https://elibrary.ru/xhfqwo> <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-7-437-443> (in Russian)

For correspondence: Ivan V. Fateev, the Head of the Department, Research and Testing Center (Biomedical Protection) of the State Scientific Research Test Institute of Military Medicine, Ministry of Defence of Russian Federation, Dr. of Sci. (Med.). E mail: gniivm_2@mil.ru

Information about the authors: Zverev D.P. <https://orcid.org/0000-0003-3333-6769>
Klenkov I.R. <https://orcid.org/0000-0002-1465-1539>
Myasnikov A.A. <https://orcid.org/0000-0002-7427-0885>
Fateev I.V. <https://orcid.org/0000-0003-4014-3973>
Bychkov S.A. <https://orcid.org/0000-0002-8506-7815>
Mavrenkov E.M. <https://orcid.org/0000-0001-8040-3720>
Vetryakov O.V. <https://orcid.org/0000-0002-8720-8212>
Minnullin T.I. <https://orcid.org/0000-0001-8985-4878>

Contribution:

Zverev D.P. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Klenkov I.R. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Myasnikov A.A. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Fateev I.V. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Bychkov S.A. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Mavrenkov E.M. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Vetryakov O.V. — research concept and design, data collection and processing, writing the text, text editing;
Minnullin T.I. — writing the text, text editing.

Acknowledgment. The authors express their gratitude to the Underwater Research Center of the Russian Geographical Society represented by Executive Director Sergey Georgievich Fokin for the opportunity to conduct research.

Funding. The study had no funding.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 07.02.2022 / Accepted: 21.07.2022 / Published: 15.08.2022

Введение. Работа под водой всегда связана с воздействием на организм человека большого количества вредных и опасных факторов, обусловленных механическим и биологическим действием повышенного давления и тактико-техническими характеристиками водолазного снаряжения [1, 2]. Все эти факторы неблагоприятно действуют на организм человека на всех этапах водолазного спуска, потенцируя действие друг друга и вызывая снижение резервных возможностей организма и ухудшение его состояния [3, 4]. Кроме этого, профессиональная деятельность водолаза под водой при дыхании сжатым воздухом или газовой смесью с высоким парциальным давлением азота может сопровождаться состоянием «азотного наркоза», кото-

рое, в зависимости от индивидуальной восприимчивости организма, влияет на работоспособность водолаза, вплоть до её полной утраты [5–8]. В соответствии с Федеральным законом от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020 г.) «О специальной оценке условий труда» и приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.02.2015 г. № 96н «Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах водолазов, а также работников, непосредственно осуществляющих кессонные работы» условия труда у водолазов исследователей отнесены к третьему классу, а в зависимости от деятельности подкласс условий труда будет варьировать от 3.1 до 3.4.

Учитывая особенности профессиональной деятельности водолазов исследователей, в практике медицинского обеспечения водолазных работ целесообразно, наряду с оценкой функций сердечно-сосудистой и дыхательных систем, определять субъективное состояние водолазов [9, 10]. В литературе описаны изменения функций организма водолазов в условиях имитационного спуска в барокамере [11], однако при непосредственных подводных работах не так много данных, позволяющих уточнить параметры безопасного водолазного спуска под воду при дыхании воздухом.

Цель исследования — изучение функций внимания и мышления человека, его тонкой мышечной координации и субъективной оценки состояния организма водолазов, как элементов функционального состояния организма, при работе под водой.

Материалы и методы. Обследованы 18 водолазов, практически здоровых мужчин, Центра подводных исследований Русского географического общества (г. Санкт-Петербург), которые были нерандомно разделены на две группы: 1-я группа — 10 человек, совершили 5 спусков под воду (по одному в день) для изучения затонувшего немецкого торгового судна «Die Engiel Raphael», лежащего на глубине 18 м пролива Бьерке-Зунд Финского залива; 2-я группа — 8 человек также как первая погружались под воду 5 раз для изучения затонувшего фрегата «Олег», находящегося на глубине 56 м в акватории Финского залива (о. Гогланд). Учитывая глубину погружения водолазов-исследователей (от 12 до 60 м), данные работы соответствовали подклассу 3.2. условий труда (приложение 1 приказа Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18.02.2015 г. № 96н «Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах водолазов, а также работников, непосредственно осуществляющих кессонные работы»). Возрастные и весовые характеристики водолазов представлены в **таблице 1**.

Погружение совершали в гидрокостюме сухого типа со снаряжением открытого типа дыхания с электронным управлением с баллонами со сжатым воздухом (Ребризер JJ-eCCR, производитель Дания) с жёстко корпусной надувной лодки длиной 10,2 м. Во время погружения водолазы выполняли профессиональные задачи, включающие в себя исследование затонувшего объекта, частичный демонтаж объекта, поиск и подъём на поверхность найденных артефактов и т.п.

Условия погружения на глубину 18 метров: погружение осуществляли в августе; температура воздуха 17–22°C; температура воды (поверхность) — 15–20°C; температура воды (грунт) — 8–14°C; скорость течения от 0 до 0,4 м/с; волнение — 0–2 баллов; скорость ветра — 1,5–6 м/с; грунт — песок, ил. Условия погружения на гу-

бину 56 метров: погружение осуществляли в сентябре; температура воздуха 16–24°C; температура воды (поверхность) — 17–22°C; температура воды (грунт) — 5–12°C; скорость течения от 0 до 0,4 м/с; волнение — 0–2 баллов; скорость ветра — 0,5–7 м/с; грунт — песок, ил.

До погружения под воду проводили психофизиологическое обследование водолазов с применением тестов для оценки: функции внимания (методика корректурной пробы с кольцами Ландольта), мышления (методика арифметического теста «сложение в уме»), субъективной оценки состояния (опросника САН (самочувствие-активность-настроение)) и тонкой мышечной координации (методика макрографии). Методика макрографии основана на увеличении размаха руки при письме. Определяется высота 8–10 цифр на бланке «Расстановка чисел» при нормальном и при повышенном давлении. Оценивается среднее арифметическое высоты цифр в каждой пробе. В нашем исследовании написание тестов проводилось до и после водолазного погружения, так как под водой нет возможности писать.

Статистическая обработка полученных данных была выполнена в пакетах прикладных программ *Statistica 10*. Сравнение показателей до и после погружения проводили с использованием критерия Уилкоксона. Для оценки динамики субъективного состояния водолазов использовали многофакторный дисперсионный анализ (*MANOVA*) для анализа влияния глубины погружения (18 м или 56 м), кратности погружения (с первого по пятый день) и самого погружения независимо от глубины (до и после погружения). Апостериорные попарные сравнения проводились с использованием теста Фишера [12].

Результаты и обсуждение. Результаты исследования субъективной самооценки водолазов с использованием теста САН представлены в **таблице 2**. После водолазного погружения по сравнению с исходными данными (**табл. 2**) выявлены следующие изменения:

- после погружения на глубину 18 м: повышение показателя «самочувствие» в тесте САН на 5,9% в 1 день, на 12,9% во 2 день, на 14,9% в 3 день, на 7,9% в 4 день и на 7,7% в последний день; повышение показателя «активность» в тесте САН на 9,5% во 2 день; повышение показателя «настроение» в тесте САН на 8,9% в 4 день;
- после погружения на глубину 56 м: увеличение показателя самочувствие на 19,1% в 1 день, на 15,5% во 2 день, на 7,7% в 3 день, на 7,2% в 4 день и на 7,6% в последний день; увеличение показателя «настроение» на 15,1% в 1 день и на 13,9% во 2 день.

Обращает на себя внимание снижение средних значений показателя настроения в обеих группах до уровня менее 40 баллов, которые являются меньше оптимального.

Таблица 1 / Table 1

Характеристика водолазов Characteristics of divers

Группа	Показатель	Среднее ± стандартное отклонение	Медиана [25; 75]	Мин/Макс
1 группа	Возраст, л	27,5±3,5	27 [25,3; 29,3]	23/34
	Вес, кг	78,6±5,0	78,5 [76; 83,3]	70/85
2 группа	Возраст, л	27,9±3,9	26,5 [25,8; 30]	23/34
	Вес, кг	78,5±4,5	78,5 [75,8; 81,5]	71/85

Результаты теста «САН» у водолазов до и после погружения на глубину 18 м и 56 м
The results of the "САН (С — state of health; А — activity; Н — mood)" test for divers before and after diving to a depth of 18 m and 56 m

День	Глубина погружения 18 м (n=10)			Глубина погружения 56 м (n=8)		
	С	А	Н	С	А	Н
До спуска						
1	32,2 [29,0;35,4]	37,3 [33,6;41,0]	31,6 [28,4;34,8]	35,6 [32;39,2]	40,3 [36,3;44,3]	35,0 [31,5;38,5]
2	35,7 [32,1;39,3]	39,0 [35,1;42,9]	33,4 [30,1;36,7]	34,3 [30,9;37,7]	38,8 [34,9;42,7]	34,6 [31,1;38,1]
3	34,3 [30,9;37,7]	36,1 [32,5;39,7]	32,8 [29,5;36,1]	36,0 [32,4;39,6]	40,7 [36,6;44,8]	34,5 [31,1;38,0]
4	39,4 [35,5;43,3]	41,0 [36,9;45,1]	34,9 [31,4;38,4]	33,3 [30;36,6]	38,3 [34,5;42,1]	33,7 [30,3;37,1]
5	43,0 [38,7;47,3]	54,4 [49,0;59,8]	39,1 [35,2;43,0]	33,0 [29,7;36,3]	40,8 [36,7;44,9]	32,8 [29,5;36,1]
После спуска						
1	34,1 [30,7;37,5]*	38,9 [35;42,8]	31,3 [28,2;34,4]	42,4 [38,2;46,6]*	39,6 [35,6;43,6]	40,3 [36,3;44,3]*
2	40,3 [36,3;44,3]*	42,7 [38,4;47]*	32,6 [29,3;35,9]	39,6 [35,6;43,6]*	37,1 [33,4;40,8]	39,4 [35,5;43,3]*
3	39,4 [35,5;43,3]*	37,2 [33,5;40,9]	33,3 [30,0;36,6]	38,8 [34,9;42,7]*	40,2 [36,2;44,2]	32,3 [29,1;35,5]
4	42,5 [38,3;46,8]*	42,1 [37,9;46,3]	38,0 [34,2;41,8]*	35,7 [32,1;39,3]*	39,2 [35,3;43,1]	32,1 [28,9;35,3]
5	46,3 [41,7;50,9]*	54,8 [49,3;60,3]	39,8 [35,8;43,8]	35,5 [32,0;39,1]*	41,7 [37,5;45,9]	31,7 [28,5;34,9]*

Примечания: * — статистически значимые различия показателей по сравнению с данными до спуска, $p \leq 0,05$; С — самочувствие; А — активность; Н — настроение.

Note: * — statistically significant differences in indicators compared to the data before the diving, $p \leq 0,05$; С — state of health; А — activity; Н — mood.

По результатам выполнения теста «Корректирующая проба с кольцами Ландольта» были выявлены следующие изменения, по сравнению с данными до спуска (**табл. 3**):

- после погружения на глубину 18 м: увеличение количества просмотренных колец на 3,5% в 4 день и на 2,9% в последний день; увеличение количества ошибок в 1,81 раза в 1 день, в 1,95 раза во 2 день, в 1,90 раза в 3 день, в 1,90 раза в 4 день и в 1,84 раза в последний день; снижение скорости переработки информации в зрительном анализаторе на 24,6% в

1 день, на 24,1% во 2 день, на 22,6% в 3 день, на 21,7% в 4 день и на 18,9% в последний день;

- после погружения на глубину 56 м: увеличение количества просмотренных колец на 3,5% в 1 день, на 3,9% во 2 день, на 2,8% в 3 день, на 3,1% в 4 день и на 2,8% в последний день; увеличение количества ошибок в 1,84 раза в 1 день, в 1,95 раза во 2 день, в 1,86 раза в 3 день, в 1,91 раза в 4 день и в 1,81 раза в последний день; снижение скорости переработки информации в зрительном анализаторе на 21,3% в

Таблица 3 / Table 3

Результаты теста «Корректирующая проба кольца Ландольта» у водолазов до и после погружения на глубину 18 м и 56 м

The results of the "Landolt ring Proof test" for divers before and after diving to a depth of 18 m and 56 m

День	Глубина погружения 18 м (n=10)			Глубина погружения 56 м (n=8)		
	КПК	Кош	СПИ	КПК	Кош	СПИ
До спуска						
1	446 [401;491]	22 [19;25]	0,57 [0,51;0,63]	513 [462;564]	25 [21;29]	0,65 [0,59;0,72]
2	451 [406;496]	19 [16;22]	0,54 [0,49;0,59]	523 [471;575]	22 [19;25]	0,62 [0,56;0,68]
3	455 [410;501]	20 [17;23]	0,53 [0,48;0,58]	519 [467;571]	23 [20;26]	0,60 [0,54;0,66]
4	452 [407;497]	20 [17;23]	0,53 [0,48;0,58]	529 [476;582]	23 [20;26]	0,62 [0,56;0,68]
5	454 [409;499]	19 [16;22]	0,53 [0,48;0,58]	522 [470;574]	22 [19;25]	0,61 [0,55;0,67]
После спуска						
1	462 [416;508]	40 [34;46]*	0,43 [0,39;0,47]*	531 [478;584]*	46 [39;53]*	0,49 [0,44;0,54]*
2	469 [422;516]	37 [31;43]*	0,41 [0,37;0,45]*	544 [490;598]*	43 [37;49]*	0,47 [0,42;0,52]*
3	468 [421;515]	38 [32;44]*	0,41 [0,37;0,45]*	534 [481;587]*	43 [37;49]*	0,47 [0,42;0,52]*
4	468 [421;515]*	38 [32;44]*	0,42 [0,37;0,46]*	548 [493;603]*	44 [37;51]*	0,48 [0,43;0,53]*
5	467 [420;514]*	35 [30;40]*	0,43 [0,39;0,47]*	537 [483;591]*	40 [34;46]*	0,54 [0,49;0,59]*

Примечания: * — статистически значимые различия показателей по сравнению с данными до спуска, $p \leq 0,05$; КПК — количество просмотренных колец; Кош — количество ошибок; СПИ — скорость переработки информации.

Note: * — statistically significant differences in indicators compared to the data before the diving, $p \leq 0,05$; КПК — the number of rings viewed; Кош — the number of errors; СПИ — the speed of information processing.

1 день, на 25,1% во 2 день, на 21,5% в 3 день, на 22,5% в 4 день и на 11,5% в последний день.

При выполнении арифметического теста «сложение в уме» наблюдали (табл. 4): после погружения на глубину 18 м — снижение скорости мышления на 15,4% в 1 день, на 22,6% во 2 день; после погружения на глубину 56 м — снижение скорости мышления на 13,8% в 1 день, на 20,2% во 2 день, на 5,7% в 3 день и на 11,1% в последний день.

Результаты выполнения водолазами теста макрографии представлены в таблице 5: после погружения на 18 м увеличение высоты чисел на 15,1% в 3 день и на 15,3% в 4 день; после погружения на 56 м увеличение высоты чисел на 14,7% в 1 день, на 13,4% во 2 день, на 13,3% в 3 день, на 13,3% в 4 день и на 15,3% в последний день.

Для определения влияния глубины погружения («факторов А», глубина 18 м или 56 м), кратности погружения («факторов В», 1-й, 2-й, 3-й, 4-й или 5-й день погружения) и самого погружения («факторов С», «до» и «после» погружения независимо от глубины и дня погружения) на показатели функций организма водолазов при подводных работах проведена статистическая обработка данных с помощью многофакторного дисперсионного анализа (MANOVA), результаты представлены в таблице 6.

Результат математической обработки данных (корректирующая проба с кольцами Ландольта, арифметический счет «сложение в уме» и методика макрографии) показал, что при изменении «Фактора А» происходит увеличение количества ошибок, снижение скорости переработки информации (корректирующая проба с кольцами Ландольта) и увеличение высоты чисел (методика макрографии), а при изменении «Факторов С и А+С» возрастало количество ошибок по корректирующей пробе с кольцами Ландольта и увеличивался показатель высоты чисел (методика макрографии). Эти изменения косвенно указывают на изменение функций внимания и тонкой мышечной координации под влиянием глубины погружения и самого погружения (до или после) независимо от глубины и кратности.

Таблица 5 / Table 5

Результаты теста «Макрография» у водолазов до и после погружения на глубину 18 м и 56 м
The results of the "Macrography" test for divers before and after diving to a depth of 18 m and 56 m

День	Глубина погружения	
	18 м, n=10	56 м, n=8
До спуска (мм)		
1	7,2[6,5;7,9]	8,3[7,5;9,1]
2	7,3[6,6;8,0]	8,5[7,7;9,4]
3	7,3[6,6;8]	8,3[7,5;9,1]
4	7,2[6,5;7,9]	8,4[7,6;9,2]
5	7,4[6,7;8,1]	8,5[7,7;9,4]
После спуска (мм)		
1	8,4[7,6;9,2]	9,7[8,7;10,7]*
2	8,5[7,7;9,4]	9,9[8,9;10,9]*
3	8,4[7,6;9,2]*	9,6[8,6;10,6]*
4	8,3[7,5;9,1]*	9,7[8,7;10,7]*
5	8,5[7,7;9,4]	9,8[8,7;10,8]*

Примечания: * — статистически значимые различия показателей по сравнению с данными до спуска.

Note: * — statistically significant differences in indicators compared to the data before the diving, $p \leq 0.05$.

При анализе данных методики САН выявили значимые различия у показателей самочувствия при действии факторов А, В, С и А+В (табл. 6). Изменения самочувствия с 1-й по 3-й день погружений в обеих группах имел одинаковую направленность, при этом уровень самочувствия в группах статистически значимо не различался. В первой группе на четвертый и пятый дни отмечали повышение показателя самочувствия ($p < 0,05$), во второй группе наблюдали снижение данного показателя (табл. 1 и 5).

Таблица 4 / Table 4

Результаты арифметического теста «Сложение в уме» у водолазов до и после погружения на глубину 18 м и 56 м
The results of the arithmetic test "Addition in mind" for divers before and after diving to a depth of 18 m and 56 m

День	Глубина погружения 18 м (n=10)			Глубина погружения 56 м (n=8)		
	КДсл	КОШсл	См	КДсл	КОШсл	См
До спуска						
1	10 [7;13]	0 [0;0]	0,26 [0,21;0,31]	12 [8;16]	0 [0;0]	0,29 [0,23;0,35]
2	11 [8;14]	0 [0;0]	0,31 [0,25;0,37]	13 [9;17]	0 [0;0]	0,36 [0,29;0,43]
3	11 [8;14]	0 [0;0]	0,31 [0,25;0,37]	13 [9;17]	0 [0;0]	0,35 [0,28;0,42]
4	11 [8;14]	0 [0;0]	0,31 [0,25;0,37]	13 [9;17]	0 [0;0]	0,36 [0,29;0,43]
5	11 [8;14]	0 [0;0]	0,31 [0,25;0,37]	13 [9;17]	0 [0;0]	0,36 [0,29;0,43]
После спуска						
1	9 [6;12]	1 [1;1]	0,22 [0,18;0,26]*	10 [7;13]	1 [1;1]	0,25 [0,2;0,3]*
2	10 [7;13]	1 [1;1]	0,24 [0,19;0,29]*	12 [8;16]	1 [1;1]	0,28 [0,22;0,34]*
3	10 [7;13]	0 [0;0]	0,29 [0,23;0,35]	11 [8;14]	0 [0;0]	0,31 [0,26;0,4]*
4	11 [8;14]	0 [0;0]	0,29 [0,23;0,35]	13 [9;17]	0 [0;0]	0,34 [0,27;0,41]
5	11 [8;14]	0 [0;0]	0,28 [0,22;0,34]	13 [9;17]	0 [0;0]	0,32 [0,26;0,38]*

Примечания: * — статистически значимые различия показателей по сравнению с данными до спуска, $p \leq 0,05$; КДсл — количество действий; КОШсл — количество ошибок; См — скорость мышления.

Note: * — statistically significant differences in indicators compared to the data before the diving, $p \leq 0.05$; КДсл — the number of actions; КОШсл — the number of errors; См — the speed of thinking.

Влияние глубины, кратности и самого погружения («факторов А, В и С») на показатели функций организма водолазов при подводных работах**The influence of depth, multiplicity and the dive itself ("factors A, B and C") on the indicators of the body functions of divers during underwater work**

Тест	Параметр		Фактор						
			«А»	«В»	«С»	«А+В»	«А+С»	«В+С»	«А+В+С»
Коррек- турная проба с кольцами Ландольта	КПК	F	3,7	0,2	1,2	0,3	0,9	1,8	0,1
		p	0,061	0,688	0,304	0,896	0,437	0,187	0,995
	Кош	F	9,7	0,5	4,4	0,4	4	3,4	0,7
		p	0,001*	0,486	0,014*	0,793	0,042*	0,088	0,582
	СПИ	F	7,1	0,1	1,4	0,1	2,4	3,9	0,3
		p	0,031*	0,804	0,232	0,983	0,079	0,052	0,901
Арифме- тический тест «сло- жение в уме»	КДсЛ	F	1,3	0,2	0,3	0,6	0,2	0,8	0,1
		p	0,201	0,812	0,617	0,345	0,887	0,478	0,895
	КОШсЛ	F	1,6	0	0,6	0	0	0,1	0
		p	0,173	0,963	0,435	0,926	0,993	0,833	0,992
	См	F	1,1	0,2	0,1	0	0,1	0,4	0
		p	0,274	0,832	0,812	0,917	0,921	0,725	0,943
Макрогра- фия	Высота цифр (мм)	F	9,5	0,6	4,1	1,8	5,7	0,5	0,3
		p	0,001*	0,462	0,001*	0,191	0,023*	0,423	0,842
САН	С	F	12,9	3,3	9	7,2	0,5	0,6	0,8
		p	0,001*	0,012*	0,003*	0,001*	0,464	0,698	0,514
	А	F	2,2	5,3	3,5	5,1	0	0,9	0,6
		p	0,142	0,001*	0,054	0,001*	0,989	0,495	0,676
	Н	F	0,1	1,7	0,4	4,8	0,1	0,3	0,7
		p	0,795	0,153	0,518	0,001*	0,848	0,901	0,569

Примечание:* — статистически значимые различия показателей, $p \leq 0,05$.

Note:* — statistically significant differences in indicators, $p \leq 0,05$.

Показатель активности при изменении градации «фактора В» у водолазов в течении первых четырёх дней располагается в среднем на уровне 39–41 баллов. На пятый день наблюдали значительный подъем данного показателя ($p < 0,05$). При смене градации «фактора А+В» отмечали повышение показателя активности у водолазов первой группы, в то время как у водолазов второй группы показатель активности оставалось примерно на одном уровне на протяжении пяти дней (табл. 1 и 5).

Показатель настроения в первой группе водолазов увеличивался незначительно на 4-й день и был максимальным на 5-й день (табл. 4). У водолазов второй группы со второго дня происходило снижение показателя настроения. При этом статистически значимые различия ($p < 0,05$) между первой и второй группами водолазов выявлены только на пятый день (табл. 1 и 5).

Динамика всех трех показателей (самочувствие-активность-настроение) при смене величин «фактора А+В» свидетельствует, что изменение субъективного состояния в группах имела разнонаправленный характер. У первой группы была тенденция к подъему средних значений

на 4-й и 5-й день выполняемых работ, тогда как у второй группы отмечали тенденцию сохранения и незначительного снижения показателей САН в течение всего периода работ. Вероятно, у первой группы соответствующая динамика обусловлена возникновением адаптации на 4-й день, а у второй группы данной адаптации не обнаружено, что связано с развитием утомления [1]. На фоне изменения характеристик субъективной самооценки водолазов при выполнении задач по предназначению на глубине отмечали повышение количества ошибок как при увеличении глубины погружения, так и кратности проводимых работ (табл. 6). Последнее характеризует снижение функциональной подвижности нервной системы.

Заключение. Таким образом, динамика объективных показателей и субъективного состояния указывает на влияние глубины погружения, кратности водолазных спусков, а также самого погружения (не зависимо от глубины и кратности) на функциональное состояние водолазов. Наиболее выраженные изменения отмечали при длительном выполнении работ (3–5 сут и более) при погружении на глубину 56 м.

Список литературы

1. Медведев А.Г. Стаценко А.В. Медико-социальные аспекты профессиональной деятельности водолазов и подводников. *Мед.-биол. и соц.-психол. проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2008; 2: 19–23.
2. Davis M. The Editor's offering. *Diving and Hyperbaric Medicine*. 2016; 46(4): 69.

3. Stemberga V., Petaros A., Rasic V. et al. Dive-related fatalities among tourist and local divers in the northern Croatian littoral (1980–2010). *Travel Med.* 2013; 20(2): 101–6. <https://doi.org/10.1111/jtm.12011>
4. Glass M.S., Cardio M.L. Respiratory integracion in diving bullfrog. *Lithobates catesbeianus*. 2011; 197–208. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.500>
5. Медицинское обеспечение водолазов ВМФ : правила водолазной службы ВМФ9. ПВС-ВМФ-2002. М.: Воениздат. 2004; 39, 153–156.
6. Сапов И.А. Физиология подводного плавания и аварийно-спасательного дела. Л.: ВМА. 1986.
7. Медведев Л.Г., Стаценко А.В., Апчел В.Я., Бакланов Д.В. Механизмы инициации и развития острого кислородного отравления у водолазов. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2011; 4(36): 130–4.
8. Стаценко А.В., Николаев В.И., Бакланов Д.В., Леонтьев О.В., Апчел В.Я., Медведев Л.Г. Механизмы нарушений сознания и памяти при азотном наркозе и остром кислородном отравлении у водолазов и подводников. *Медицина и образование в Сибири*. 2015; 3: 89.
9. Доскин В.А., Лаврентьева Н.А., Стронгина О.М., Шарай В.Б. Психологический тест «САН» применительно к исследованиям в области физиологии труда. *Гигиена труда*. 1975; 5: 28–32.
10. Зверев Д.П., Шитов А.Ю., Дробович Г.В., Кленков И.Р., Васильев С.К., Беззубиков М.С. Возможность оценки вегетативной регуляции функций сердца при водолажном спуске. В книге: 3-й Азиатско-Тихоокеанский конгресс по военной медицине материалы конгресса. СПб., 2016; 56–57.
11. Кленков И.Р., Зверев Д.П., Бобров Ю.М., Поликарпочкин А.Н. Физиологическое обоснование критериев устойчивости организма человека к токсическому действию высоких парциальных давлений азота. *Вестн. Рос. воен.-мед. акад.* 2018; 2(61): 123.
12. Сивашченко П.П., Барановский А.М., Кушнирчук И.И., Борисов Д.Н. *Военно-медицинская статистика*. СПб.; 2017: 74.

References

1. Medvedev L.G., Statsenko A.V. Mediko-Social Aspects of Professional Activity of Divers and Submariners. *Medikobiologicheskiye i sotsial'no-psikhologicheskiye problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh*. 2008; 2: 19–23.
2. Davis M. The Editor's offering. *Diving and Hyperbaric Medicine*. 2016; 46(4): 69.
3. Stemberga V., Petaros A., Rasic V. et al. Dive-related fatalities among tourist and local divers in the northern Croatian littoral (1980–2010). *Travel Med.* 2013; 20(2): 101–106. <https://doi.org/10.1111/jtm.12011>
4. Glass M.S., Cardio M.L. Respiratory integracion in diving bullfrog. *Lithobates catesbeianus*. 2011; 197–208. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.500>
5. *Medical support of divers of the Navy: rules of diving service Naval Forse RDS-NF-2002.9*. М.: Voenizdat. 2004; 39: 153–156.
6. Sapov I.A. *Physiology of scuba diving and rescue business: textbook*. L. VMA; 1986
7. Medvedev L.G., Statsenko A.V., Apchel V.Ya., Baclanov D.V. Mechanisms of initiation and development of acute oxygen poisoning in divers. *Vestn. Ros. voen.-med. acad.* 2011; 4(36): 130–4.
8. Statsenko A.V., Nikolayev V.I., Baklanov D.V., Leontyev O.V., Apchel V.Y., Medvedev L.G. Mechanisms of consciousness and memory disturbances at nitric narcosis and acute oxygen poisoning at divers and submariners. *Meditsina i obrazovaniye v Sibiri*. 2015; 3: 89
9. Doskin V.A., Lavrent'eva N.A., Strongina O.M., Sharaj V.B. Psychological test «SAN» applied to research in the field of physiology of labor. *Gigiena truda*. 1975; 5: 28–32.
10. Zverev D.P., SHitov A.Yu., Drobovich G.V., Klenkov I.R., Vasil'ev S.K., Bezzubikov M.S. Possibility of evaluation of vegetative regulation of heart functions during diving descent. In book: *3rd Asia-Pacific Medical Medicine Congress Proceedings*. St. Petersburg; 2016: 56–57.
11. Klenkov I.R., Zverev D.P., Bobrov Yu.M., Policarpochkin A.N. Physiological substantiation of criteria for the human body's resistance to the toxic effects of high partial pressures of nitrogen. *Vestn. Ros. voen.-med. acad.* 2018; 2(61): 123.
12. Sivashchenko P.P., Baranovskij A.M., Kushnirchuk I.I., Borisov D.N. *Military medical statistics*. SPb.; 2017: 74