Участие отечественных врачей и биологов в развитии водолазного дела

Соколов Г.М., Суворов А.В., Павлов Н.Б. Институт медико-биологических проблем РАН

Г.М. Соколов, врач-профпатолог, врач по водолазной медицине, водолаз-глубоководник, акванавт

А.В. Суворов, д.м.н., врач-физиолог, акванавт

Н.Б. Павлов, к.м.н., доцент, анестезиолог-реаниматолог, акванавт

К проведению спусков под воду, экспериментальным исследованиям и испытаниям под повышенным давлением газовой среды, как правило, привлекаются профессиональные водолазы, в том числе водолазы-испытатели. Однако в целом ряде случаев возникает необходимость пребывания под повышенным давлением, включая научные исследования и испытания, лиц других профессий.

Чаще других непрофессионалов спуски под воду и в условиях повышенного давления газовой среды выполняют врачи и фельдшеры, а также биологи и физиологи, работающие в сфере гипербарии и водолазной медицины.

Профессия «водолаз» связана с воздействием опасных, вредных и тяжелых условий труда. На организм водолаза при работе под водой и во время пребывания под избыточным давлением в барокамере воздействует комплекс физических, химических, биологических и психофизиологических факторов.

Многие врачи, биологи и физиологи самостоятельно или с участием инженеров и водолазов разрабатывали новые технологии освоения глубин и различные технические средства – исследовательские и лечебные барокамеры для животных и человека, водолазное и спасательное снаряжение или отдельные их узлы. Естественно, они проводили их испытания и эксперименты, которые не всегда становились достоянием общественности. Знание условий пребывания и работы водолаза под водой позволяет врачу более квалифицированно снять анамнез у пострадавшего, оценить влияние множества неблагоприятных факторов, назначить наиболее адекватное лечение, предложить меры предупреждения аварийных ситуаций, заболеваний и несчастных случаев, а также дать предложения по совершенствованию физиолого-гигиенических характеристик водолазных технических средств.

Подводные технологии и технические средства, разработанные врачами, биологами и физиологами

Первым врачом, оставившим описание своего самочувствия (боли в ушах) в условиях повышенного давления, был россиянин Иосиф Христианович Гамель, который в 1816 году спустился в водолазном колоколе на глубину 9 м. По его предложению были созданы барокамеры «для лечения глухоты, насморка и охриплости». Можно считать, что с этого времени ведет начало отечественная водолазная медицина.

В 1860 году врачом А.О. Католинским был сконструирован прообраз лечебной барокамеры – «пневмокамера».

В этом же году врачом А.Н. Симоновым в Санкт-Петербурге была основана «пневматическая лечебница», которая располагала двумя железными барокамерами (каждая на 4 человека) и одной «каменной», состоящей из двух комнат и вмещающей 10 человек. Давление воздуха

И.Х. Гамель

Ф.И. Шидловский

В.П. Аннин

Л.А. Орбели

в барокамерах поднималось до 1,6–1,7 кгс/см^2. За 3 года лечебницу посетили 462 больных.

Создание в 1882 году первой в мире водолазной школы в Кронштадте ознаменовало новый этап в развитии водолазного дела и водолазной медицины в нашей стране. В короткое время водолазная школа стала учебным и научным центром, объединившим научную мысль в области водолазного дела, физиологии и медицины водолазных погружений. Начиная с основания школы водолазов, стали регулярно печататься статьи первых русских водолазных врачей П.С. Качановского, М.Н. Храбростина, Н.А. Есипова, Ф.И. Шидловского, В.П. Аннина и др.

В 1893 году врач Ф.И. Шидловский изобрел автоматический травящий клапан, который обеспечивал повышенную вентиляцию подкостюмного пространства без опасности выбрасывания водолаза на поверхность при избыточной подаче воздуха в скафандр. Клапан Ф.И. Шидловского используется по настоящее время как у нас, так и за рубежом. В конце 1890-х годов врач Н.А. Есипов и инженер-механик Л.А. Родионов создали фотоаппарат для подводных съемок, а врач В.П. Аннин и инженер-механик Г.А. Пио-Ульский предложили «кардиофон» – прибор для выслушивания работы сердца водолазов под водой.

Научные труды, изобретения, издательская деятельность, теоретическая и практическая подготовка водолазов, руководителей спусков и врачей в Кронштадтской водолазной школе вывели Россию в лидеры по водолазному делу и водолазной медицине, по водолазной технике и достигнутым глубинам.

В 1930–1931 годах водолазный специалист Ф.А. Шпакович и врачи-физиологи Е.М. Крепс и С.И. Прикладовицкий разработали макетный образец первого отечественного индивидуального спасательного аппарата (ИСА) для самостоятельного выхода подводников из затонувшей подводной лодки.

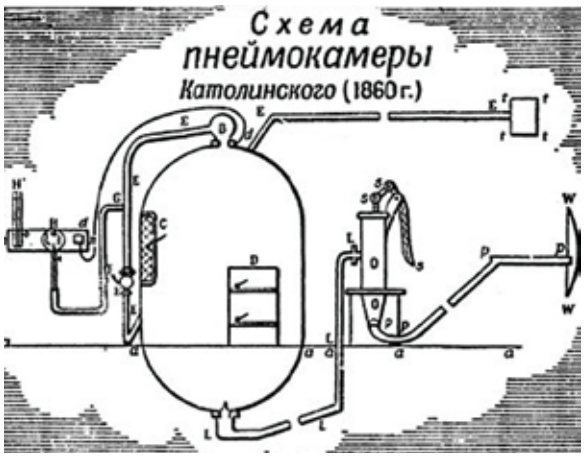
В 1931 году к решению проблемы безопасного выхода из подводной лодки приступила группа врачей-физиологов лаборатории академика Л.А. Орбели. Этой группой в 1932 году был разработан первый отечественный индивидуальный спасательный аппарат «Э-1» («Эпрон-1»).

В 1930-х годах будущий академик Е.М. Крепс многократно спускался под воду для изучения характеристик японской маски и в созданном на ее основе отечественном образце снаряжения – рейдовой маске.

Устройство К.А. Павловского

В 1939 году К.А. Павловский предложил устройство для выдоха в воду в вентилируемом водолазном снаряжении с целью исключения накопления в подшлемном пространстве CO_2 и снижения расхода воздуха на дыхание. В 1940 году группой научных сотрудников Военно-медицинской академии и Постоянной комиссии по аварийно-спасательному делу (М.П. Бресткин, К.А. Павловский, А.Г. Жиронкин, И.И. Голо-

Схема «пневмокамеры» Католинского



Е.М. Крепс перед спусками в японской маске и вентилируемом снаряжении

дов, Н.В. Соловьев и А.А. Василюк) проводились барокамерные испытания по применению кислородно-гелиевых смесей и сред с использованием в водолазном снаряжении газового инжектора для экономного расхода гелия. В барокамере под давлением до 200 м вод. ст. и на глубинах до 130 м проводились испытания гидрокомбинезонов «закрытого типа с масками», предложенных военврачом 2 ранга Тишковым.

В послевоенные годы совершенствование вентилируемого водолазного снаряжения проводилось 40 Научно-исследовательским институтом аварийно-спасательного дела и глубоководных работ Министерства обороны (40 НИИ МО).

В 1949 году было принято на снабжение универсальное вентилируемое водолазное снаряжение УВС-50. Разработка снаряжения проводилась С.Е. Буленковым, врачом-физиологом Н.К. Кривошеенко и А.Ф. Маурером. В дальнейшем было проведено усовершенствование вентилируемого снаряжения и принято на снабжение ВМФ снаряжение УВС-50М. В этом же году за разработку глубоководного водолазного снаряжения ГКС-3 вместе с инженерами, водолазными специалистами и водолазами были удостоены Государственной премии СССР врачи-физиологи З.С. Гусинский, Н.Т. Коваль и И.А. Александров. Затем была разработана модификация этого снаряжения – ГКС-3М.

В 1951 году водолазные специалисты С.Е. Буленков и Н.К. Трофимов совместно с врачами-физиологами И.А. Александровым и В.В. Смолиным разработали изолирующий дыхательный аппарат ИДА-51 с гидрокомбинезоном ГК-2 для выхода из аварийной подводной лодки с глубин до 200 м. В 1952 году этими специалистами

В 1940 г. в барокамере ВМедА с применением КГС водолазами была достигнута глубина 200 метров, что явилось мировым рекордом для барокамер.

был разработан и внедрен метод самостоятельного спасения подводников с глубин до 200 м с подъемом по буйрепу с использованием аппаратом ИДА-51М, была отработана методика шлюзования подводников в торпедном аппарате, в боевой рубке и отсеке подводной лодки, разработаны режимы декомпрессии для выхода из затонувшей подводной лодки.

В 1958–1960 годах И.А. Александровым, Н.Т. Ковалем, В.В. Смолиным и И.И. Выскребенцевым были разработаны режимы для подъема подводников по буйрепу с глубин до 120 м и спасения методом свободного всплытия с глубин до 100 м.

В 1960 году было принято на снабжение индивидуальное спасательное снаряжение подводника ИСП-60. В его создании приняли участие врачи-физиологи И.А. Александров (руководитель разработки), В.В. Смолин и В.И. Тюрин. В ходе испытаний В.В. Смолин вышел методом свободного всплытия из водолазного колокола с глубины 100 м. В дальнейшем И.А. Александров был одним из руководителей разработки водолазного спасательного снаряжения подводника (ССП) «Капюшон» для всплытия с глубин до 250 м.

Н.К. Кривошеенко

З.С. Гусинский

В.В. Смолин

В.И. Тюрин

Н.Т. Коваль

И.А. Александров

Роль врачей в рекордных погружениях водолазов

Начиная с 30-х годов XX века в нашей стране развитие водолазного дела и водолазной медицины, совершенствование водолазного снаряжения и средств обеспечения спусков, а также череда мировых рекордов по освоению глубин осуществлялись под руководством специалистов Кронштадтской водолазной школы и созданной в 1923 году Экспедиции подводных работ особого назначения (ЭПРОН). Большое значение для освоения рекордных глубин имела образованная в 1935 году Постоянная комиссия по аварийно-спасательному делу под руководством начальника кафедры физиологии ВМедА академика Л.А. Орбели. В состав комиссии входили сотрудники этой кафедры Е.М. Крепс, Б.Д. Кравчинский, С.П. Шистовский и др. Непосредственно спуски проводили начальник Военно-морского водолазного техникума Ф.А. Шпакович и главный врач ЭПРОНа К.А. Павловский.

Работы советских водолазов приобрели широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом.

В 1931 году на Черном море водолаз А.Д. Разуваев достиг в трехболтовом вентилируемом снаряжении глубины 84 м, а в 1933 году уже погрузился на 100 м и вышел на поверхность по режимам декомпрессии, рассчитанным врачами К.А. Павловским, Л.А. Белецким и Н.П. Лаговским.

В 1935 году Б.Д. Кравчинский и С.П. Шистовский предложили режим декомпрессии для глубоководных спусков, проверенный в барокамере под давлением до 50 м, а на следующий год – в море на глубинах до 100 м. После этого под руководством водолазных специалистов и врачей-физиологов ЭПРОНа, при общем методическом руководстве академика Л.А. Орбели на Черном море были проведены рекордные спуски водолазов в вентилируемом снаряжении при дыхании воздухом.

В 1937 году водолазы В.М. Медведев, И.Т. Чертан и П.К. Спаи впервые покорили в вентилируемом снаряжении глубину 137 м. При этом В.М. Медведеву удалось взять пробу грунта.

В 1939 году Б.Д. Кравчинский и С.П. Шистовский разработали режимы декомпрессии с глубин до 200 м. При изучении возможности выхода подводников из затонувшей подводной лодки были выполнены выходы трех пар водолазов из открытого водолазного колокола с глубины 150 м при дыхании воздухом.

В 1940 году в барокамере ВМедА водолазы с применением кислородно-гелиевой смеси (КГС) в режимах декомпрессии, рассчитанных Б.Д. Кравчинским и С.П. Шистовским под руководством Л.А. Орбели, достигли давления, эквивалентного глубине 200 м, что явилось мировым рекордом для барокамер. Активное участие в организации проведения и обеспечения спусков принимали врачи-физиологи: М.П. Бресткин, К.А. Павловский, А.Г. Жиронкин и И.И. Голодов, Они же участвовали в разработке и испытании газового инжектора.

В 1944–1945 годах в гидротанке барокамеры ВМедА И.И. Выскребенцев, С.П. Кийко, Б.А. Иванов, М.К. Солнцев, используя дооборудованный изолирующий спасательный аппарат ИСА-М, достигли 200 м.

В 1951–1952 годах были проведены экспериментальные спуски в морских условиях на глубины от 212 до 255 м в снаряжении ГКС-3 по режимам декомпрессии при участии врачей-физиологов: З.С. Гусинского и В.В. Смолина, Н.К. Кривошеенко и И.А. Александрова.

В 1955 году выдающийся отечественный ученый в области гипербарической физиологии и водолазной медицины профессор Генрих

На спасательном судне (1946 г.). Слева направо: 2-й ряд – Е.М. Крепс, Л.А. Орбели, К.А. Павловский; 1-й ряд – водолазы-рекордсмены С.П. Кийко, Б.Е. Соколов, И.И. Выскребенцев

В.В. Смолин, Б.Н. Павлов и А.И. Дмитрук на водолазном судне «Спрут»

Львович Зальцман предложил при спусках на глубины до 160 м использовать для дыхания вместо кислородно-гелиевых смесей воздушно-гелиевые (кислородно-азотно-гелиевые) смеси (ВГС): от 60 до 100 м – 50 % смесь воздуха и гелия, до 160 м – 33 % воздуха и 67 % гелия.

Рабочие спуски на глубины 160–200 м проводились на 7–9 % кислородно-гелиевых смесях, а при вынужденной задержке водолазов на грунте им подавалась смесь с 25 % воздуха и 75 % гелия. Режимы декомпрессии для спусков в ВГС были разработаны Г.Л. Зальцманом, С.Д. Куманичкиным и И.А. Александровым.

В 1955 году под руководством Н.К. Кривошеенко завершилась НИР по разработке метода водолазных спусков на глубины 220–300 м и режимов декомпрессии. В работе участвовали врачи-спецфизиологи Н.Т. Коваль и В.В. Смолин.

В 1956 году впервые на Каспийском море были проведены экспериментальные спуски на глубину 305 м водолазов А.А. Ковалевского, Д.Д. Лимбенса, П.Я. Поражевского и В.С. Шалаева. Руководили спусками Н.К. Кривошеенко, С.Е. Буленков, В.В. Смолин и И.И. Выскребенцев. Именно тогда В.В. Смолин впервые сумел зарегистрировать ЭКГ на 305 м и выявить у водолазов тремор, что в дальнейшем было признано основным проявлением нервного синдрома высоких давлений (НСВД).

Эти спуски не были самоцелью, а выполнялись для отработки методов выполнения водолазных работ по оказанию помощи и спасению экипажей затонувших подводных лодок.

Г.Л. Зельцман

В.В. Семко

Участие врачей и биологов в исследованиях по воздействию повышенного давления на организм человека

В 1966 году начались отечественные исследования по ДП в подводных домах. Самый длительный эксперимент с подводными домами был реализован Институтом океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР по программе «Черномор». Большинство экспериментов проводилось на глубинах от 8 до 31 м. Подводная лаборатория проработала под водой шесть сезонов, в течение которых 20 экипажей провели в общей сложности под водой более семи месяцев. В двух экипажах в качестве бортврача принял участие В.А. Гриневич.

На флоте научные исследования по разработке метода ДП были предприняты в 1967 году в 40 НИИ МО по заданию Аварийно-спасатель-

ной службы (АСС) ВМФ. Для чего были переоборудованы лабораторная база 40 НИИ МО с гидрорекомпрессионной барокамерой ГРК-30 и спасательная подводная лодка проекта 666. Годом раньше математиком В.А. Пожидаевым и врачом-физиологом В.В. Смолиным были разработаны режимы декомпрессии для спусков методом ДП на глубины до 300 м.

На 1-м этапе работ, с 1967 по 1973 год, были развернуты исследования по разработке и внедрению в практику ВМФ метода ДП под давлением до 300 м вод. ст. и на глубинах до 100 м.

На 2-м этапе, с 1974 по 1979 год, под руководством Г.М. Соколова были выполнены исследования по совершенствованию метода ДП под давлением до 300 м вод. ст., определению допустимых сроков пребывания под этим давлением и увеличению глубин погружений до 300 м.

На 3-м этапе, с 1979 по 1990 год, под руководством врача В.В. Семко проводились исследования по достижению давления 500 м вод. ст., разработке организационно-нормативной базы для работ метода ДП при спусках на глубины до 300 м.

В 1960-х годах Г.М. Соколов стал первым флотским врачом, регулярно погружавшимся под воду на глубины до 160 м. В 1962 г. им была предложена методика частичного заполнения отсеков барокамер гелием (от 70 до 100 м вод. ст.), что позволило улучшить условия пребывания под давлением и упростить методику лечебной рекомпресии.

В 1970 году в барокамере переоборудованной спасательной подводной лодки проекта 666 было проведено 3 эксперимента с выполнением подводных работ методом ДП в море на глубины 5 м – 29 суток, 40 м – 10 суток с 2-суточной декомпрессией и 100 м – 30 суток с 4-суточной декомпрессией. Первыми акванавтами на глубине 5 м были представители 40 НИИ МО В.А. Вишняков, врач Г.М. Соколов, В.С. Курочкис и Г.Р. Пелых. По официальной оценке 100-метровый морской эксперимент явился мировым рекордом по продолжительности ДП в морских условиях, участники этого эксперимента были награждены орденами.

В 1971 году по результатам опытового учения на Черноморском флоте метод ДП был официально внедрен в практику ВМФ.

В 1976 году в Охотском море была проведена опытная эксплуатация глубоководного водолазного комплекса на спасательной подводной лодке проекта 940 («Ленок») с ежедневным проведением водолазных работ методом ДП продолжительностью до двух часов на глубинах до 300 м. В работе приняли участие врач-физиолог 40 НИИ МО В.В. Смолин и флагманский врач-спецфизиолог Тихоокеанского флота В.П. Кушнир. Было проведено 942 человеко-спуска водолазов методом кратковременных погружений на глубины до 200 м и один спуск водолазов на глубину 300 м с пребыванием под давлением 19 суток 11 часов 40 минут.

Для работ по 3-му этапу разработки метода ДП в 40 НИИ МО в 1987 году была построена гидробарокамера ГБК-50 с рабочим давлением 50 кгс/см^2, которая позволяла проводить имитационные погружения водолазов в гидротанке на глубины до 500 м.

Участники эксперимента в 1978 г. 300 метров, 41 сутки. На первом плане – акванавты В.И. Ионов, В.И. Ремезов, Л.Г. Сербов, Г.А. Бородуля. В середине – руководитель эксперимента Г.М. Соколов

Акванавты (слева направо) В.А. Вишняков, Г.М. Соколов, Г.Р. Пелых и С.В. Хлестаков проводят газоанализ. Глубоководный водолазный комплекс ГВК-300, 10 суток на 160 метрах. 1970 г.

Акванавты (слева направо) Г.Р. Пелых, Д.Е. Гондз, Г.М. Соколов и В.А. Вишняков после эксперимента в море на фоне экспериментальной лодки СПЛ-63 (проекта 666). 100 метров, 30 суток. 1970 г.

Врачи Р.Д. Унку и А.В. Суворов, инженеры В. Тутубалин и В.С. Подымов после достижения рекордной глубины 450 м

В 1971 году по результатам учений на Черноморском флоте с выполнением подводных работ методом ДП в море этот метод был официально внедрен в практику ВМФ.

В апреле–мае 1988 года были проведены первые эксперименты в ГБК-50 под давлением 350–400 м вод. ст. с участием врачей С.И. Ганенко и А.Р. Бойцова. В октябре–декабре 1988 года были достигнуты «глубины» 400–450 м вод. ст. В 1989 г. был проведен эксперимент по длительному пребыванию под давлением 450 м вод. ст. с 12-часовым пребыванием на 500 м вод. ст. В числе первых покорителей 500-метровой «глубины» были врачи В.И. Вакулюк и А.П. Неустроев. В апреле–мае 1990 года была достигнута продолжительность пребывания под давлением 500 м вод. ст. от 10 до 15 суток. В этом эксперименте приняли участие врачи В.А. Зюбан и В.И. Вакулюк. Метод выполнения водолазных работ из условий ДП под давлением до 500 м вод. ст. был внедрен в практику ВМФ.

В 1991 году за высокие научно-практические достижения в решении проблем медицинского обеспечения при освоении больших глубин руководителю исследований врачу В.В. Семко присвоено звание Героя Социалистического Труда.

Участие врачей ИМБП в подводных исследованиях

В 1985–1986 годах испытатели ИМБП принимали участие в исследованиях по разработке технологии погружений водолазов на глубины до 500 м на базе барокомплекса ДП-350/450 («Кролик») Южного отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова АН СССР (ЮО ИОАН) в г. Геленджике. Во всех экспериментальных исследованиях с использованием кислородно-азотно-гелиевых и кислородно-неоновых сред принимали участие врачи ИМБП: Р.Д. Унку, А.В. Суворов, М.П. Бобровницкий, В.Н. Семенцов, Т.Ю. Гусейнов, А.Е. Михненко, С.В. Родченков, В.Р. Богданов.

В 1986–1987 годах была вписана наиболее яркая страница в гипербарические исследования, проведенные в ИМБП за всю его 50-летнюю историю. В 1986 году были проведены первые «спуски» в кислородно-неоновой среде в режиме ДП на 200 м и на 250 м. Врачи ИМБП Ю.И. Захаров, В.И. Лавров и Р.Д. Унку подтвердили возможность таких «погружений». Применение кислородно-неоновой среды без гелиевых добавок было сделано впервые в мировой практике.

В 1986 году врачи В.Н. Семенцов и А.Е. Михненко были участниками ступенчатого «погружения» в кислородно-неоновой среде на 100, 200, 250, 300, 350 м с 3-суточным пребыванием на каждой «глубине» и кратковременным пребыванием на «глубине» 410 м.

Зав. отделом барофизиологии и водолазной медицины Б.Н. Павлов

Начальник ГВК-250 П.С. Спирьков у главного пульта

В ходе исследований впервые в мировой практике было доказано, что неон при давлениях 200, 250 и 410 м вод. ст. не вызывает наркоза, а его высокая плотность, соответствующая плотности гелиевой среды на глубине 2000 м, не препятствует жизнедеятельности и выполнению умеренной физической работы.

Параллельно с исследованиями на береговом гипербарическом комплексе ЮО ИОАН сотрудники ИМБП приняли активное участие в морских исследованиях на судах и плавучих буровых установках Министерства газовой промышленности.

Рекордные глубоководные спуски в народном хозяйстве методом ДП были выполнены на Баренцевом море с использованием ГВК водолазного судна «Спрут», в 1982 году – на глубину 240 м, в 1985 году – на глубину 305 м.

В 1984–1990 годах по техническим заданиям и под руководством В.В. Смолина и Г.М. Соколова был разработан ряд руководящих и нормативных документов по вопросам медицинского обеспечения глубоководных водолазных работ на морских месторождениях нефти и газа.

Со второй половины 1990-х гг. основное внимание в работе отдела барофизиологии и водолазной медицины под руководством Б.Н. Павлова с участием других отделов уделялось исследованиям кислородно-азотных и кислородно-азотно-аргоновых смесей. Только за 5 лет было выполнено 6 НИР, в которых были проведены многочисленные экспериментальные спуски. (Так, в 1998 г. в двух НИР было 29 спусков, включая длительные). В числе испытуемых были врачи В.К. Ильин, Б.Н. Павлов, С.В. Плаксин, В.В. Смолин, Г.М. Соколов, С.М. Бочаров, В.И. Лавров и А.В. Смолин.

В 2010 году по заданию Госморспасслужбы России Г.М. Соколовым с участием других исполнителей был разработан стандарт «Инструкция по охране труда при проведении глубоководных водолазных работ для водолазного морского судна проекта SDS08», а в 2012 году по заданию ОАО «Межрегионтрубопроводстрой» – стандарт «Руководство по безопасности труда при проведении водолазных спусков и работ с использованием мобильного глубоководного водолазного комплекса МГВК-300».

На ГВК-250 проведено лечение более 150 пациентов с декомпрессионной болезнью и баротравмой легких, в том числе более 60 пациентов с использованием данной высокоэффективной новой технологии. При этом многосуточное лечение пострадавших при крайне тяжелой степени заболеваний в условиях высокого давления обеспечивали врачи ИМБП Б.Н. Павлов, Н.Б. Павлов и С.Е. Плаксин.

В настоящее время продолжаются работы, начатые Б.Н. Павловым, по изучению возможностей аргона для облегчения переносимости гипоксии.

Много интересного таят в себе и другие инертные газы, в связи с чем мы выражаем надежду на то, что российские врачи продолжат славные традиции своих предшественников в изучении влияния гипербарических факторов на организм применительно к погружениям человека на различные глубины.