

2019-001

Лекция 01-01-001. Географические открытия и подводные исследования Мирового океана

Основные вопросы лекции

1. Проникновение человека под воду – способы и ограничения
2. Проблемы погружений
 - 2.1. Физиологические проблемы
 - 2.2. Технологические проблемы погружений на ПА
3. Средства проникновения человека под воду
Подводные средства для исследования глубин
 - 3.1. Водолазный метод
 - 3.2. Батисфера и гидростат
 - 3.3. Батискаф
 - 3.4. Мезоскаф
 - 3.5. Дистанционно управляемые подводные средства
4. Виды исследовательских и технических работ, осуществляемых с помощью ПОА
5. Географические подводные открытия и научные достижения

1. Проникновение человека под воду

- 1.1. Три способа проникновения под воду: с помощью водолазного оборудования, использования дистанционного управляемого или автономного подводного аппарата.
- 1.2. Предельные глубины погружений без использования водолазного снаряжения составляют для ныряльщиков 10-20 м, рекордные экстремальные погружения на задержке дыхания - 102-214 м¹.

2. Проблемы погружений

2.1. Физиологические проблемы: **дыхание в условиях высокого гидростатического давления, переход к нормальному атмосферному давлению, низкие температуры, отсутствие света, затрудненная ориентация в пространстве.**

При погружении необходимо решение 2-х взаимосвязанных задач: **обеспечение возможности безопасного длительного пребывания и работы под водой и возвращение на поверхность.**

2.2. Технологические проблемы погружений на ПА: достаточная прочность и плавучесть корпуса ПА, эффективность, надежность, функциональность, стоимость подводного оборудования.

Актуальные технические задачи: **создание технологий и средств, обеспечивающих частичную адаптацию к условиям погружения, либо полную изоляцию человека от подводной среды**

3. Средства проникновения человека под воду

3.1. Водолазный метод

Виды погружений. Погружения водолазов с поверхности, погружение с поверхности в водолазном колоколе, использование палубного или погружаемого водолазного комплекса или колокола при погружениях в так называемом "**насыщенном режиме**", погружения с подводных аппаратов.

Эксперименты по погружениям и подводным работам в состоянии насыщения с использованием палубного водолазного комплекса. (Эксперименты "Янус 2", "Янус 3" проводились по совместной программе компании ELF и Comex (Компания морской экспертизы), во Франции в период 1970-1977 год.

Акванавты, длительное время, работали в насыщенном режиме на глубинах 260 м, 460 м, 500 м).

Эксперименты по длительному пребыванию водолазов под водой в состоянии насыщения в подводных домах, проводились на мелководном шельфе в '60-70 годах, научные работы проводятся и сегодня. Среди примеров можно привести следующие состоявшиеся проекты – Франция ("Прекоинтернет-1", "Прекоинтернет-2", "Прекоинтернет-3"), США ("Человек и море", "Си лаб-1", "Си лаб-2", "Си лаб-3", "Тектайт", "Аквариус"), Канада ("Сублимос"), ФРГ ("Гель-голанд"), СССР ("Ихтиандр", "Садко", "Черномор"). В общей сложности в этот период разных странах было построено более 65 подводных домов. В настоящее время работы по их строительству и эксплуатации практически полностью прекращены.

07.09.1962 Впервые 26 часов на глубине 60 м, в Средиземном море в бухте Вильфранш провел Роберт Стенюи (Robert Sténuit). Выдающийся эксперимент, который навсегда вошёл в историю покорения человеком подводного мира. Цилиндр Линка, в котором акванавт дышал смесью гелия (97%) и кислорода (3%), что и позволяло ему оставаться более суток на такой глубине.

Технические средства, используемые для погружений: оборудование для дыхания, легкое и тяжелое (жесткие водолазные скафандры) водолазное снаряжение, средства связи, инструменты.

1. Дыхательные аппараты

Неавтономные дыхательные аппараты: скафандры с жестким шлемом и шланговые аппараты типа "наргиле" связанные с подачей воздушной смеси работающему водолазу с поверхности/с судна по гибкому шлангу.

Автономные дыхательные аппараты:

а) открытого цикла (акваланги), содержащие сжатый воздух в баллонах и предназначенные для кратковременных погружений на малые глубины.

б) полужамкнутого и замкнутого цикла очищающие (поглощающие углекислый газ) газовую смесь с помощью регенеративного патрона и использующие кислород или специальные газовые смеси.

Кислородные автономные аппараты замкнутого цикла используются преимущественно спецподразделениями, для скрытного перемещения под водой и обеспечивают дыхание на глубинах до 10-ти м.

Аппараты, использующие специальные газовые смеси - кислородно-азотные и кислородно-гелиевые широко используются для специальных работ на больших глубинах.

Баллоны с газовыми смесями подбираются в зависимости от глубины погружения: кислород или баллоны, содержащий азот или гелий. В дыхательный мешок, смешиваясь, поступают газы из 2-х баллонов, содержание кислорода в системе регулируется автоматически.

Аппараты этого типа работают в замкнутом цикле только на глубине или во время спуска, так как есть необходимость стравливать газы, содержащиеся в дыхательном мешке при подъеме вверх.

18.09.2014 Новый мировой рекорд был установлен недалеко от берега Дахаба (Южный Синай, Египет). Ахмед Габр (Ahmed Gabr) - опытный египетский инструктор и профессиональный технический дайвер, погрузился в воды Красного моря. Ему удалось достичь отметки -332,4 метров (-1 090,5 футов).

Рекордное погружение заняло 14 минут. Выход на поверхность – 14 часов. За все время погружения было использовано 92 баллонов со смесями (из них 70 – только для рекордсмена). В команду поддержки входили 20 человек – дайверов, технических и медицинских специалистов.

в) Отдельной категорией также необходимо рассматривать технические средства позволяющие эвакуироваться с безопасной глубины "по мокрому сценарию" экипажам терпящих бедствие ПЛ.

В настоящее время индивидуальные средства спасения (Submarine Escape Immersion Equipment (SEIE), Submarine Escape and Surface Survival Personnel Equipment (SESSPE) позволяют совершить подводникам самостоятельное всплытие с глубин до **310** метров. В качестве примеров можно привести серийные средства спасения от компаний Survitec, Texcon

Перспективны разработки с использованием жидкостного дыхания (на основе применения перфторуглеродов), разработки Андрея Филиппенко. Средство спасения на воде AGUA-RZ.

2. Снаряжение

Легкое водолазное снаряжение и состав газовой смеси определяет предельные глубины рабочих погружений, обычные проходят до 70 - 100 м, а экспериментальные погружения до 250 м.

Жесткий водолазный скафандр **atmospheric diving suit – (ADS)** позволяет работать в автономном режиме 6 часов, и до 48-ми часов в аварийном режиме, на глубинах до 800 м. Работы по их созданию охватывают последний 50-ти летний период. Наиболее известна серия скафандров JIM.

Технически совершенными сегодня являются жесткие водолазные скафандры серии NewtSuit разработанные Филом Ньютоном (Phil Nuytten, Nuytco Research Ltd and Can-Dive Services Ltd), Канада. Его компанией с 1985 года, изготовлена 31 модель жестких водолазных скафандров трех вариантов: для работ до глубин 300 м, 364 м, 600 м. Одна из последних моделей получила название ExoSuit.

Кроме скафандров компания более производит широкий спектр оборудования для решения прикладных задач под водой. Для проведения водолазных работ также необходимы специальные надводные (судно-носитель) и малые подводные транспортные средства, набор приборов и инструментов.

Подводные средства для исследования глубин

Выделяют следующие группы: суда или средства для глубоководных погружений **deep submergence vehicle (DSV)**; дистанционно управляемые, автономные и гибридные - **remote-operated (ROV) or autonomous (AUV) underwater vehicle, hybrid underwater vehicle (HROV)**

1985.09.04. Абсолютный рекорд погружения для подводных лодок установлен К-278 (проект 685, АПЛ "Комсомолец", проектант ЛПМБ "Рубин", Mike по классификации НАТО) - **1027 метров**. Предельная глубина погружения АПЛ по расчетам составляла 1250 м. Опытная атомная подводная лодка К-278 (третьего поколения) вошла в состав Северного флота в 1983 году, затонула в 1989².

3.2. Батисфера и гидростат – буксируемые с надводных судов подводные аппараты

Проекты батисфер и их погружения на незначительные глубины были известны достаточно давно: проекты металлических сфер для погружения 1848 года Ричардсона и Уолкотта, сфера Базена в 1865 году опустилась на глубину 75 м.

История первых глубоководных погружений в батисферах начинается с июля 1930 года - Отис Бартон (Otis Barton) и Уильям Биб (William Beebe) в батисфере "Век прогресса" опустились на глубину 490 м.

После серии погружений, уже в одиночку, Отис Бартон в батисфере "Век прогресса" **16.08.1949** опустился на рекордную глубину - **1 375 м**, пробыв под водой 2 часа 19 минут. Это было выдающееся достижение для того времени и предел глубин для привязного аппарата.

Наряду с батисферами широко использовались для подводных работ и гидростаты. Гидростаты имели цилиндрический корпус, большую комфортность, улучшенную систему жизнеобеспечения экипажа и предназначались для решения различных практических задач на меньших глубинах: 150 м, 300 м, 600 м, до 750 м.

Первый рабочий гидростат Ганса Гартмана 1911 году в Средиземном море опустился на 458 м.

Вплоть до конца 60-х годов гидростаты широко использовались для исследовательских погружений.

3.3. Батискаф (deep-submergence vehicle - DSV)

Период строительства и эксплуатации батискафов начинается с 1948 года.

В 1948 году был испытан первый глубоководный аппарат, сконструированный Огюстом Пиккардом - батискаф "ФНРС-2", опустившийся на глубину 1 380 м (Бельгийский национальный фонд научных исследований - FNRS, Fonds National de la Recherche Scientifique).

Усовершенствованный, построенный во Франции батискаф "ФНРС-3", пилоты Жорж Уо и Пьер Анри Вильм 17.02.1954 погрузился на глубину 4 050 м, в 160-ти милях от атлантического побережья Африки. В период с '55-74 год в различных экспедициях "ФНРС-3" совершил ещё 93 глубоководных погружения.

Батискаф "Триест" (Trieste) **23.01.1960** с экипажем Жак Пиккар (Jacques Piccard) и Дон Уолш (Don Walsh), завершая программу "Нектон" совершил 1-е рекордное погружение в котловину Челленджер на дне Марианской впадины, в 220 км от острова Гуам, на рекордную глубину - **10 919 м**.

После реконструкции батискаф "Триест-2" мог совершать погружения только до 6 000 м и активно использовался для исследований и подводных работ вплоть до середины 80-х годов.

Батискаф "Архимед" (Les bathyscaphes L'Archimède) также завершая программу рекордных погружений опустился на дно Курило-Камчатской впадины. **16.07.1963** - пилоты О' Бирн и А.Ж. Деоз опустились на глубину **9 545 м**. В общей сложности в период с '61-74 годы батискаф "Архимед" сделал 139 погружений в Тихом, Атлантическом океане, Средиземном море, и сегодня батискаф остается судном способным погружаться на глубины более 6 500 м.

Примеры погружений ПОО "Архимед" - "Операция Дипскан" в '64 году по изучению глубоководной впадины в 70 км от Пуэрто-Рико, экспедиция "Фамоус" '73-74 году в рифтовой зоне Срединно-Атлантического хребта, поисково-спасательные, судоподъемные работы в Средиземном море).

24.03.1995 в котловину Челленджер опускался подводный дистанционно управляемый аппарат "Кайко" (Remotely Operated Vehicle, Kaiko) владелец Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC). На дне Марианской впадины 10 911,4 м батискаф находился 35 минут. Позднее 30.05.2003 во время шторма оборвался буксировочный стальной трос, и батискаф был утерян.

31.05.2009 в котловине Челленджер достиг дна подводный дистанционно управляемый (робототехнический) аппарат "Нирея" (HROV Nereus, Nereus submersible) принадлежащий институту океанографии в Вудс Холе (Woods Hole Oceanographic Institution - WHOI).

26.03.2012 режиссер Джеймс Кэмерон (James Cameron) успешно погрузился в Марианскую впадину в котловину Челленджер - на одноместном батискафе "ДипСи Челленджер" (DeepSea Challenge), который был специально разработан и построен по его заказу в Австралии (инженер-конструктор и пилот Ron Allum. Advanced Subsea & Submersible Technology).

Погружение режиссер начал около 21:30 по Гринвичу 25 марта (00:30, на поверхность батискаф поднялся около 06:00 по московскому времени. Спустя 1,5 часа аппарат достиг дна на глубине в **10 898** метров. Исследователь взял образцы пород дна и живых организмов, вел съемку, используя 3D-камеры.

Таким образом, Д. Кэмерон стал 3-м рекордсменом-исследователем и 1-м человеком, совершившим **одиночное** погружение к самой глубокой точке Мирового океана. До того, как отправиться на дно Марианской впадины, Д. Кэмерон совершил более 70-ти погружений. Кроме того, ранее в составе экипажа ПОО "Мир" он 12 раз опускался на дно океана во время съемок своего фильма "Титаник".

24.08.2016 в котловине Челленджер достиг дна подводный дистанционно управляемый аппарат "Хайдоу" принадлежащий Академии наук КНР. Экспедиция проходила с 22 июня по 12 августа. В её рамках было совершено 4 погружения, два на глубины более 10 000 метров. Рекорд составил **10 767** метров.

23.05.2017 Китайский обитаемый глубоководный батискаф "Цзяолун" (Jiaolong), с океанологами опустился в Марианскую впадину в котловине Челленджер достигнув глубины **7 811 метров...**

После ввода в строй этого аппарата КНР стала 5-ой страной в мире, владеющей технологиями глубоководных погружений, после Франции, США, России и Японии. "Цзяолун" ранее уже совершал погружение в Марианскую впадину 27.06.2012, тогда батискаф опустился на глубину 7 062 метра. На 2019 год запланировано пилотируемое погружение.

В настоящее время в Китае идёт строительство судна-носителя "Чжан Цзянь", для пилотируемого батискафа "Цайхунъюй".

Длина судна-носителя "Чжан Цзянь", названного в честь основателя Шанхайского географического университета, составит 97 м, ширина – 17,8 м. Проектное водоизмещение судна – около 4,8 тыс. т, дальность автономного плавания – 15 тыс. морских миль. "Чжан Цзянь" рассчитан на 60 человек, в нем будут созданы лаборатории и центры обработки данных, необходимые для глубоководных исследований.

07.05.2019 Американский исследователь Виктор Весково (Victor Vescovo, Pilot) достиг рекордной отметки в **10,928** метров / 35,853 футов. Погружения проходили в период с 28.04.2019 по 07.05.2019 в рамках экспедиции "Пять глубин" (Five Deeps Expedition) на глубоководном батискафе "Тритон" (DSV Limiting Factor, Triton 36000/2).

28.04.2019 Погружение в котловине Челленджер на глубину **10,928** метров. На дне исследователи провели 248 минут выполняя исследования дна (Victor Vescovo, Pilot).

01.05.2019 Погружение в котловине Челленджер на глубину **10,927** метров. На дне исследователи провели 217 минут (Victor Vescovo, Pilot).

03.05.2019 Погружение в котловине Челленджер на глубину **10,927** метров. На дне исследователи провели 163 минуты (Patrick Lahey, Pilot; Jonathan Struwe, Specialist).

05.05.2019 Погружение в котловине Челленджер на глубину **10,927** метров. На дне исследователи провели 184 минуты (Patrick Lahey, Pilot; John Ramsay, Sub Designer).

07.05.2019 Погружение проходило в котловине Сирена (Sirena Deep) **10,714** метров, в 128-ми милях к северу. На дне исследователи провели 176 минут (Victor Vescovo, Pilot; Dr. Alan Jamieson, Chief Scientist)

3.4. Мезоскаф

Практические задачи по освоению богатств океана, а также опыт эксплуатации подводных лодок ВМФ требовали от конструкторов подводных аппаратов суда способные выполнять широкий спектр работ, с большей эффективностью, хотя и на меньшей глубине.

Революционные изменения коснулись, прежде всего, новых материалов корпуса, системы погружения-всплытия, маневренности, системы аварийного балласта, средств подводного освещения и приборов.

Современные подводные обитаемые аппараты предназначены для работ в трех интервалах глубин.

- подводные обитаемые аппараты малых глубин для погружений до 600 м, самая многочисленная и наиболее востребованная группа;

- подводные обитаемые аппараты средних глубин для погружений до 2 000 м.

- подводные обитаемые аппараты больших глубин, для работ от 2 000 м и до 6 000-6 500 м.

Глубоководные аппараты способные выполнять задачи на глубинах свыше 4 000 м: "Алвин" (DSV-2, Alvin), "Алюминаут" (DRV Aluminaut) рассчитаны на погружения до 4 500 м и 4 570 м.

Исследовательские суда для глубин до 6 500 - 7 500 м: DSRV, "Си Клифф" (DSV-4, Sea Cliff, США), "Наутил" (DSV, Bathyscaphe Le Nautilus, Франция), "Мир-1" и "Мир-2", проект 16810 "Русь", проект 16811 "Консул" (Россия), аппараты "Шинкай-6500" (DSV, Shinkai 6500, Япония) и "Цзяолун" (КНР)...

3.5. Дистанционно управляемые подводные средства

Существуют 4 типа дистанционно управляемых подводных аппаратов: самоходные плавающие аппараты, автономные самоходные плавающие аппараты, самоходные донные аппараты, погружающиеся приборные блоки, предназначенные для решения узко специальных задач на дне или в придонных слоях.

В определенных обстоятельствах часто это единственно возможный метод решения поставленных задач на различных глубинах. Могут быть самые разные ограничения, касающиеся оптимального режима и длительности погружений, размеров пилотируемого подводного плавательного средства, опасности среды для пилотов в случае использования пилотируемых аппаратов и невозможность работы на небольших глубинах водолазов и аквалангистов. С помощью дистанционно управляемых средств сегодня возможно решать огромное количество задач и отказаться от подводных работ на разных глубинах с участием пилотов.

Примеры подводных дистанционно управляемых аппаратов: AUSV (Advanced Unmanned Search Vehicle), CCURV (Cable Controlled Underwater Recovery Vehicle), ERIC, RUM, SAWFISH, HROV Nereus и др.

4. Виды исследовательских и технических работ, осуществляемых с помощью ПОА

4.1. Общие работы.

Отработка методов подводного судовождения.

Установка, обслуживание и взаимодействие с донными навигационными системами.

Отработка схем взаимодействия со средствами надводного обеспечения.

Проверка точности карт.

Доставка и подъем материалов.

Выбор места установки подводных лабораторий.

Испытание аппаратуры для ПА и океанологических исследований.

Замена деталей подводного оборудования.

Обслуживание подводных полигонов и заповедников.

Подводный визуальный поиск, наблюдения подо льдом.

Обследование трубопроводов и кабелей, опор эстакад и платформ.

Перезарядка подводных источников энергии.

Съемка фильмов, подводная телесъемка и фотосъемка, в том числе маршрутная.

Обеспечение аварийных, спасательных и судоподъемных работ.

Обеспечение водолазных работ.

Подготовка и проведение подрывных работ.

4.2. Поиск и разведка промысловых объектов.

Запись и анализ звуков, издаваемых промысловыми объектами (биоакустическая съемка) и отработка методов их подводного поиска по звукам.

Наблюдение за донной флорой и фауной, качественным составом планктона.

Локальные измерения уровня биoluminesценции, в том числе создаваемой движением трала.

Наблюдение за движением орудий лова.

Разведка и определение численности глубоководных промысловых объектов.

Изучение влияния донного рельефа на эффективность орудий лова.

Исследование эффективности совместной работы устройств искусственной концентрации промысловых объектов и лова.

Изучение действия звукового, электрического и световых полей на процессы концентрации промысловых объектов.

4.3. Геологические и геофизические исследования.

Взятие проб осадочных пород поршневыми и гравиметрическими трубками.

Общие исследования участков дна.

Обследование глубоководных трасс и обнажений коренных пород.

Выявление и исследование структурных форм дна, благоприятных для скопления нефти и газа на шельфе с составлением карт нефтегазоносности.

Оценка возможности использования рудных полезных ископаемых, в том числе конкреций.

Наблюдения за режимом и развитием подводной окраины материка (континентального шельфа).

Непосредственный отбор образцов и маршрутная съемка. Сейсмопрофилирование.

4.4. Биологические исследования.

Непосредственное изучение донных биоценозов, распределения популяций.

Районирование подводных участков по донной фауне.

Наблюдения за структурой и миграцией биологических звукорассеивающих слоев.

Идентификация и изучение миграций морских организмов.

Взятие проб и отлов живых особей.

4.5. Гидрофизические исследования.

Измерение скорости и направления придонных течений при зависании аппарата и посадке на грунт.

Геотермические измерения.

Измерение уровня радиоактивности в толще воды и у дна.

Измерение уровня растворенного кислорода.

Измерение поглощения, отражения и преломления звука у грунта, распространения его в грунте.

Измерение температурного градиента у грунта.

Изучение полей течений, температуры, солености, плотности, гидрооптических и звуковых полей в придонных слоях.

Точное измерение магнитного поля Земли, в том числе его быстрых вариаций.

Измерение характеристик воды с одновременным визуальным наблюдением на любых горизонтах.

Изучение мутьевых потоков.

Дрейф в водной массе с целью изучения ее динамических параметров.

Изучение проникновения космических частиц.

Электромагнитные измерения (проникновение радиоволн).

Разведка на дне источников пресных и геотермальных вод.

Исследование химической структуры придонных вод, зоны вода - осадки и осадочного материала.

Исследование условий образования рудных концентраций отдельных элементов.

5. Географические подводные открытия и научные достижения

В качестве конкретного примера, приводятся итоги экспедиции "Фамоус" 1973-1974 года (FAMOUS. French-American Mid-Ocean Undersea Study - Франко-американское подводное исследование срединно-океанических областей).

Цель экспедиции: добыть новые данные для объяснения происходящих процессов в рифтовой зоне Атлантического океана.

Погружения: глубоководные погружения проходили как заключительный этап работ сопряженный с обширными предварительными исследованиями надводными судами.

1. Перемещения глубоководных аппаратов вдоль границ литосферных плит - подводный путь протяженностью 91 км, пройденный на высоте не более 5-ти м от дна.

2. Установление ширины зоны, разделяющей литосферные плиты - менее километра и создание типичной геологической модели рифта, модели трансформного разлома.

3. В 167-ми пунктах, 3-мя подводными аппаратами: "Архимед" (Les bathyscaphes L'Archimède), "Алвин" (DSV-2, Alvin) и "Сиана" (Jacques Cousteau's SP-3000, La soucoupe Cyana) за 51 погружение (соответственно 19, 17, 15) со дна океана собраны образцы горных пород общим весом более 2-х тонн.

4. Точное картирование глубоководных рудных гидротермальных месторождений, названных позже "черными курильщиками". Биологи, не участвовавшие в экспедиции "Фамоус" описали их в последствии, как "газофильные сообщества - гидротермальные оазисы".

Гидротермы были с 1977-1978 года, неоднократно картированы на разных участках дна Мирового океана: как в зонах спрединга и субдукции, так и на пассивных окраинах континентального склона.

Значение: открытия стимулировали новые научные исследования в Мировом океане с применением ПОА. В последствии глубоководные погружения проходили в Красном море, в Тихом океане - вблизи Японии и побережья Перу, у островов Галапагос, в Калифорнийском заливе, на шельфе морей Северного Полярного океана, и в других регионах Мирового океана.

Комментарии:

¹ Рассматривая фридайвинг (freediving) как спортивную дисциплину корректно более подробно классифицировать погружения на задержке дыхания (апноэ) только на открытой воде. В зависимости от организации, проводящей соревнования, различаются правила проведения соревнований, регистрация результата и установленные ныряльщиками рекорды. Ограничения касаются использования троса, сбрасываемых грузов, ласт. Так по правилам AIDA на открытой воде выделяются 5 дисциплин.

Спортивные дисциплины и официальные рекорды погружений (по правилам AIDA)

| Спортивная дисциплина | Глубина | Время | Спортсмен | Страна |
|---|------------|------------|--------------------|-------------|
| Постоянный вес без ласт (Constant Weight Without Fins, CNF) | 102 | 20.07.2016 | William Trubridge | Н. Зеландия |
| | 73 | 23.07.2018 | Alessia Zecchini | Италия |
| Постоянный вес (Constant Weight, CWT) | 130 | 18.07.2018 | Алексей Молчанов | Россия |
| | 107 | 26.07.2018 | Alessia Zecchini | Италия |
| Свободное погружение (Free Immersion, FIM) | 125 | 24.07.2018 | Алексей Молчанов | Россия |
| | 97 | 26.07.2018 | Sayuri Kinoshita* | Япония |
| Переменный вес (Variable Weight, VWT) | 145 | 03.09.2013 | William Winram | Канада |
| | 127 | 06.06.2012 | Наталья Молчанова* | Россия |
| Без ограничений (No Limit, NLT) | 214 | 04.06.2007 | Herbert Nitsch | Австрия |
| | 160 | 17.08.2002 | Tanya Streeter | США |

Association Internationale Pour Le Developpement De L'apnee (AIDA)

Фридайвинг (легенды)

2019.07.15. В результате трагического случая на суше погибла японская спортсменка Саюри Киношита (Sayuri Kinoshita), обладавшая несколькими мировыми рекордами.

2015.08.02. Молчанова Наталья Владимовна пропала без вести во время погружения около острова Ивиса, Ла-Савина, Форментера, Испания.

Французский фридайвер Лоик Леферм (Loïc Lefermé, 1970-2007), 5-ти кратный мировой рекордсмен, увеличил глубину погружений с 137 м (1999) по 171 м (2004) в категории NLT. Лоик Леферм погиб 11.04.2007 года, во время тренировочного погружения в заливе Вильфранш-сюр-Мер.

В 1990 году Лоик Леферм вместе с Roland Specker и Claude Chapuis в Нице основали AIDA International.

Кинематограф о свободном погружении:

Документальное кино:

"Свободное падение", "Наркоз", "Грация и невесомость" (Free Fall, Narcose, Ocean Gravity) короткометражные фильмы Жюли Готье и Гийомома Нери (Julie Gautier, Guillaume Néry).

"Океанический человек: экстремальное погружение" (Ocean Men: Extreme Dive) с участием Франсиско Ферераса (Francisco Ferreras) и Умберто Пелиццари (Umberto Pelizzari).

"За пределами" (Beyond Limits) – фильм о Герберте Ниче (Herbert Nitsch).

"Без ограничений, Поиск смысла" (No Limit Triple Quest) – фильм о Патрике Мусиму (Patrick Musimu).

"Приветствую своих предков" (Waving at My Ancestors) авторский проект Патрика Мусиму.

Художественное кино:

"Голубая бездна" (Le Grand Bleu, англ. The Big Blue) Люк Бессонн (1988). Прообразами главных героев, были - Энцо Майорка (1931-2016. Enzo Maiorca) и Жак Майоль (Jacques Mayol, 1927-2001), последнему удалось впервые преодолеть отметку в 100 метров.

"Свободное плавание" (The Freediver) Алки Дэвид (Alki David, 2004) – фильм о Данаи Варвери (Danai Varveri).

² Опытная АПЛ "Комсомолец" (К-278, проект 685) затонула 1989.04.07. в Норвежском море, находится на глубине 1 690 м, в 180-ти км юго-востоку от о. Медвежий. Координаты: 73°43' 17" с.ш. и 13°15' 51" в.д.

Среди главных уникальных отличий конструкции: 10 бескингстонных цистерн, внутри прочного корпуса, аварийная система продувания цистерн с помощью газогенераторов, корпус, изготовленный из титанового сплава (48-Т с пределом текучести 720 МПа)³; возможность стрельбы торпедами с больших глубин (6 носовых 533-мм торпедных аппаратов рассчитанных на использование до 800 метров); всплывающая спасательная капсула. Главным при создании АПЛ "Комсомолец" были качество сборки и форма прочного корпуса с минимумом отверстий и ослабленных мест.

Причина гибели АПЛ "Комсомолец", по результатам расследования правительственной комиссии: неумелые действия руководства неподготовленность и несрабатанность экипажа при ликвидации пожара.

³ ВМС самообороны Японии на сегодняшний день обладают самым глубоководными флотом боевых подлодок. Высокотехнологичное производство позволило продолжать строить прочные корпуса современных подводных лодок из стали (NS110). При этом рабочая глубина дизельных ПЛ серии "Сорю" оценивается как минимум в 600 метров. Предельная глубина составляет – 900 м.

Литература.

- Богданов Ю.А. [Текст]: Геологические исследования с глубоководных обитаемых аппаратов "Мир" / Ю.А.Богданов, А.М. Сагалевиц / – М.: Научный мир. – 2002, – 304 с.: ил.
- Войтов Д.В. Подводные обитаемые аппараты [Текст]: Д.В. Войтов. – М.: Изд-во АСТ: Изд-во Астрель. – 2002, – 335 с.: ил.
- Дрейк Ч., Имбри Дж., Кнауэс Дж., Турекиан К. Океан. Сам по себе и для нас [Текст]: Пер. с англ. Под ред. Л.Н. Кудряшева. – М.: Изд-во Прогресс. – 1982, – 470 с.: ил.
- Кэмерон Д. Вызов морским глубинам [Текст]: / Джеймс Кэмерон / National Geographic Россия, №117, Июнь 2013, С. 82-95.
- Лобье Л. Оазисы на дне океана [Текст]: / Пер. с фр. Под ред. К.Н. Несиса. – Л.: Гидрометеиздат. 1990, – 156 с.: ил.
- Наука об океане / Статьи журнала "В мире науки" (Scientific American) [Текст]: Пер. с англ. Под ред. О.И. Мамаева. – М.: Изд-во Прогресс. – 1981, – 392 с.: ил.
- Океанографические исследования фронтальной зоны Гольфстрима: полигон "Титаник" [Текст]: Отв. ред. А.М. Сагалевиц, Ю.А.Богданов, М.Е. Виноградов. – М.: Наука. – 2002, – 286 с.: ил.
- Пиккар Ж. Глубина - семь миль [Текст]: Жак Пиккар, Роберт Дитц / Пер. с фр. Г.А. Рубинштейна, Под ред. С.Д. Осокина – М.: Изд-во иностранной литературы. – 1963, – 238 с.: ил.
- Пропп М.В. В глубинах пяти океанов. Тридцать лет под водой [Текст]: М.В. Пропп. – Л.: Гидрометеиздат. – 1990, – 256 с.: ил.
- Риффо К. Будущее - океан [Текст]: Пер. с фр. Под ред. В.А. Некрасова. – Л.: Гидрометеиздат. – 1978, – 272 с.: ил.
- Риффо К. и Ле Пишон Экспедиция "FAMOUS". Три тысячи метров в глубь Атлантики [Текст]: Пер. с фр. Под ред. А.М. Карасика и В.А. Павлова. – Л.: Гидрометеиздат. – 1979, – 224 с.: ил.
- Рогов. А.А. В глубинах пяти морей [Текст]: А.А. Рогов. – Л.: Гидрометеиздат. – 1985, – 120 с.: ил.
- Рона П. Образование месторождений из горячих источников на дне океана [Текст]: / Питер Рона / В мире науки (Scientific American) / Пер. с англ. – М.: Мир. № 3, 1986 No. 1, 1986, Vol. 254.– С. 46-55.
- Уайт Р.С., Маккензи Д.П. Рифтовый вулканизм [Текст]: / Роберт С. Уайт, Дэн П. Маккензи / В мире науки (Scientific American) / Пер. с англ. – М.: Мир. № 9, 1989 No. 1, 1989, Vol. 261. – С. 34-44.
- Эдмонд Д.М., Дамм К. Горячие источники на дне океана [Текст]: / Джон М. Эдмонд, Карен фон Дамм / В мире науки (Scientific American) / Пер. с англ. – М.: Мир. №6, 1983. – С. 46-60.
- Busby, R. Frank (Roswell Frank) [Текст]: / Manned submersibles, Office of the Oceanographer of the Navy, Chapters 3 & 4 Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI). – 1976. – 240 p. (электронная версия доступна по адресу: <http://www.archive.org/>).

Картографические источники:

- General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) World Ocean Bathymetry [Карта]: Scale 1:35 000 000 / NGDC-IOC-IASC-IHO-CCOM JHC and others / 2014. 1 map sheet
- Seismicity of the Earth. 1900-2007. World Map [Карта]: / Tarr A.G., Villasenor, Antonio, Furlong, K.P., Rhea, Susan, and Benz, H.M., Scale 1:25 000 000. U.S. Geological Survey, Geologic Hazards Science Center. – 2010. 1 map sheet.

Глубоководные работы с использованием ПОА:

- Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Лаборатория научной эксплуатации ГОА (ЛНЭГОА) [Электронный ресурс]: / <http://www.ocean.ru>
- French Research Institute for Exploitation of the Sea. Ministry of National Education, Higher Education and Research and the Ministry of the Environment, Energy and Marine Affairs [Электронный ресурс]: / <http://www.ifremer.fr> / <http://www.ifremer.fr>
- Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC) [Электронный ресурс]: / www.jamstec.go.jp
- National Geographic Explorer James Cameron's Expedition [Электронный ресурс]: / <http://deepseachallenge.com>
- Ron Allum. Advanced Subsea & Submersible Technology [Электронный ресурс]: / <http://www.ronallum.com>
- Royal Navy Submarine Museum [Электронный ресурс]: / <http://www.submarine-museum.co.uk>
- Scripps Institution of Oceanography (SIO) [Электронный ресурс]: / <http://scripps.ucsd.edu>
- Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI) [Электронный ресурс]: / <http://www.whoi.edu>

Глубоководные водолазные работы, снаряжение и оборудование:

- Atmospheric Diving Suit (ADS) database [Электронный ресурс]: / <http://www.therebreathersite.nl>
- Cyberneticzoo.com. A history of cybernetic animals and early robots [Электронный ресурс]: / <http://cyberneticzoo.com/category/underwater-robotics>
- The Five Deeps Expedition, Caladan Oceanic LLC. [Электронный ресурс]: / [https://fivedeeps.com/home/media/Hard Suit](https://fivedeeps.com/home/media/Hard%20Suit) [Электронный ресурс]: / <http://www.nwrain.net>
- Historic Armored Suits [Электронный ресурс]: / <http://www.divingheritage.com/armored.htm>
- Phil Nuytten, Nuytco Research Ltd and Can-Dive Services Ltd [Электронный ресурс]: / <http://nuytco.com>
- Survitec Group Limited [Электронный ресурс]: / <https://survitecgroup.com/>
- Texcon GmbH, Submarine Escape and Surface Survival Personnel Equipment (SESSPE) [Электронный ресурс]: / <https://texcon.de/>

Глубоководная добыча полезных ископаемых:

- Nautilus Minerals Inc. New Vision, New World, New Resources [Электронный ресурс]: / www.nautilusminerals.com

Военное судостроение (атомные подводные корабли, дизель-электрические подводные лодки, модернизация и ремонт военных кораблей, гражданское судостроение, проекты по созданию российской морской техники и оборудования для нефтегазовой индустрии)."Северное машиностроительное предприятие" (ОАО ПО «Севмаш», ПО «Севмашпредприятие», СМП) [Электронный ресурс]: / www.sevmash.ru