



Дмитрий Войтов

Комплекс технических средств, обеспечивающий работы на глубинах более 300 м, можно разделить на 3 группы. Первая – средства гидроакустического поиска, навигации, связи, а также средства доставки техники, непосредственно обеспечивающей работы людей на больших глубинах. Вторая – ТНПА и АНПА. Третья – обитаемые аппараты: жесткие скафандры, аппараты малых глубин (до 300 м) с отсеком повышенного давления газовой среды и выходом водолазов в воду, аппараты средних глубин (до 1000 м) и глубоководные обитаемые аппараты (более 1000 м).



Число различных видов необитаемых подводных аппаратов очень велико. Глубина работы таких роботов — от нескольких метров до 6 000 м. Автономные необитаемые аппараты используются главным образом для подробного обследования дна гидролокатором бокового обзора.

Споры на тему «ТНПА или ОПА» напоминают те, что много лет ведутся предста-



вителями сторон «за исследование космоса автоматическими станциями» и «за пилотируемую космонавтику». Кажется, современные необитаемые аппараты со своими высокотехническими камерами могут рассказать многое, но при этом исследователи океана не сомневаются в важности именно «личных» погружений.

Геолог Сьюзен Хамфрис из Вудсхоулского института давно потеряла счет своим погружениям на борту ОПА «Алвин». О замене людей роботами в деле изучения океана она говорит так: «Посмотрите на Гранд-Каньон по телевизору, а затем отправьтесь туда сами. Тогда вы поймете, почему мы спускаемся на дно».

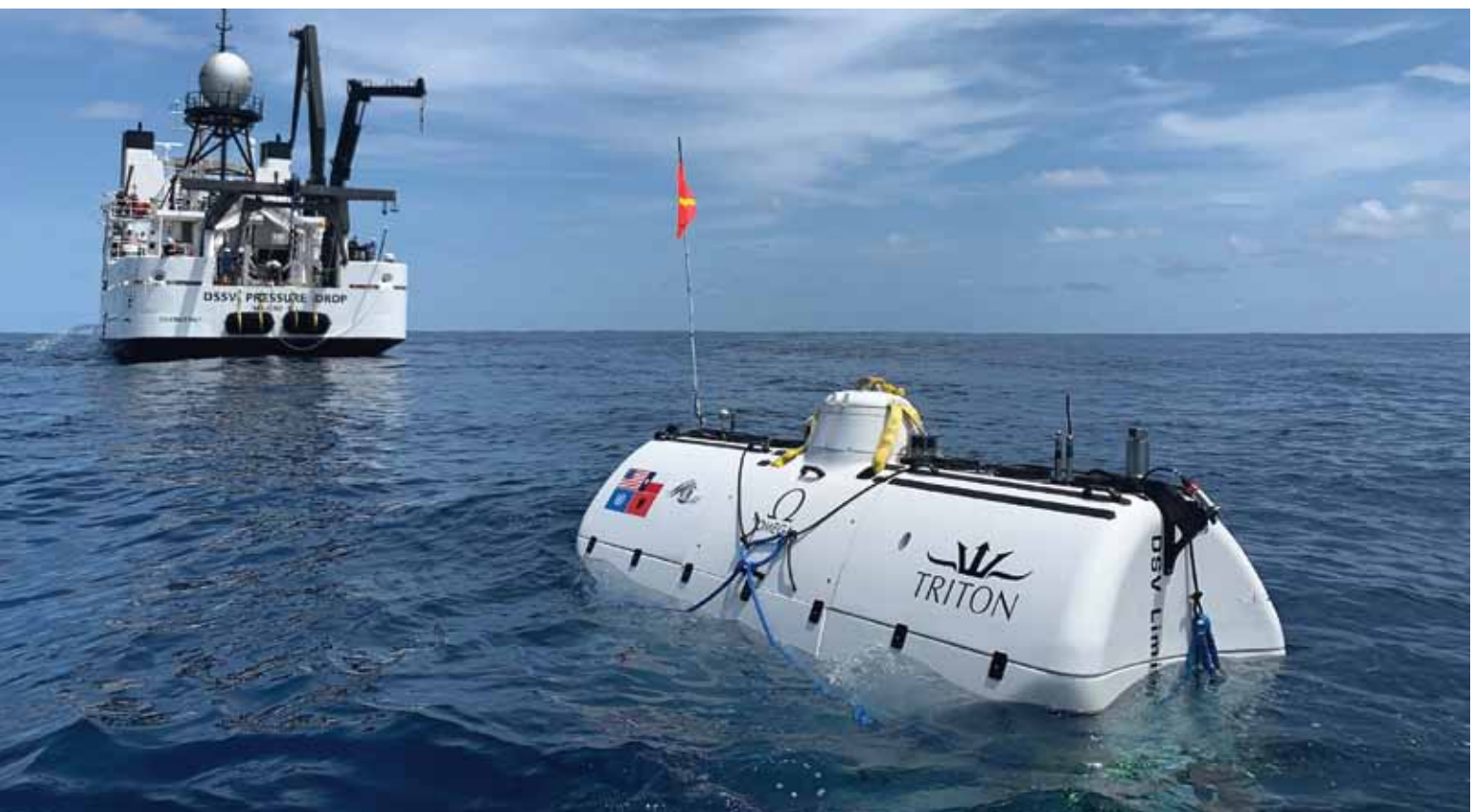
По ее мнению, для научных исследований очень ценно, когда человек своими глазами может разглядеть мир океанского дна, оценить те или иные предметы в их контексте. Имея опыт работ и с теми, и с другими, соглашаюсь с ней: непосредственное восприятие реальности дает намного больше знаний исследователю; каждый, кто наблюдает морское дно вблизи, уже делает для себя открытие.

Пилотирование обитаемого аппарата, когда пилот получает визуальную информацию через иллюминаторы, и пилотирование ТНПА, когда он смотрит через объектив видеокамеры, существенно отличаются. По принципу своей работы видеокамера и глаз имеют много общего. Идея видеокамеры заимствована



у глаза: прообраз объектива — хрусталик, ПЗС-матрицы — светочувствительные клетки сетчатки глаза. Преимущество зрительной системы перед камерой с объективом можно объяснить тем, что наш мозг, привязанный нервами к приемникам — глазам, сразу преобразует полученную визуальную информацию, а в случае с камерой происходит фиксация изображения на матрицу, и только потом оно осознается оператором ТНПА.

Для воссоздания детального зрительного образа наши глаза фокусируются на нескольких представляющих интерес предметах, очень быстро их чередуя. Камера так работать не может. Каждый глаз по отдельности имеет угол зрения порядка $120\text{--}200^\circ$, зона перекрытия двух глаз составляет 130° — она практически настолько же широка, как у объектива типа «рыбий глаз». Если глаза неподвижны, то центральный угол поля зрения составляет примерно 50° . Периферийное зрение пригодно только для обнаружения движения и крупных объектов. И, несмотря на то, что наши глаза создают искаженное широкоугольное изображение, сознание реконструирует его в объемный образ, в котором иска-





жения отсутствуют. Максимальный угол поля зрения камеры зависит от фокусного расстояния объектива и линейного размера матрицы. Поэтому при фиксированном фокусном расстоянии камера видит в строго ограниченных углах по горизонтали и вертикали.

Поле зрения является основным параметром для определения степени идентификации объекта. Сам объект имеет фиксированный размер, поле зрения увеличивается с удалением от объектива. При удалении объект будет занимать все меньшую часть поля зрения, на него приходится все меньше телевизионных линий матрицы, различимость деталей уменьшается.

В итоге глаза пилота обитаемого аппарата способны компенсировать дисбаланс яркости различных предметов, могут смотреть по сторонам, чтобы получить более широкий угол зрения, а самое главное — могут фокусироваться на объектах на различных расстояниях. Камера, конечно, может снабжаться трансфокатором (Zoom), позволяющим дистанционно изменять фокусное расстояние объектива, но глаза выполняют эту операцию в тысячи раз быстрее. Угол поля зрения камеры всегда имеет ограничения, пилот ТНПА остается без информации от боковых зон, что сильно усложняет задачу пилотирования аппарата.

Наименование параметров	ГОА	ТНПА	АНПА
Автономность	Бескабельный, обитаемый, управляемый пилотом автономный подводный аппарат	Кабельный, дистанционно управляемый пилотом через пульт управления и мониторы	Бескабельный, управляемый программой, установленной для выполнения каждого задания. Управление и коррекция задач по гидроакустическому и радиоканалам
Стоимость	20 000 000–100 000 000 USD	30 000–3 500 000 USD	20 000–4 000 000 USD
Стоимость эксплуатации	Высокая	Средняя	Низкая
Стоимость обслуживания	Высокая	Средняя	Низкая
Частота использования средняя	50 погружений в год	100 погружений в год	150 погружений в год
Количество аппаратов в зависимости от рабочей глубины	1000 м – много 3000 м – немного 6000 м – пять 6500 м – один 7000 м – один	500 м – очень много 2000 м – много 3000 м – немного 6000 м – единицы 11000 м – один	1000 м – немного 3000 м – единицы 6000 м – совсем мало
Авиа- и авто-транспортировка	Ан-124 «Руслан»/ негабаритный тяжеловоз	Ил-76 / трейлер	Пассажирский лайнер /фургон
Предел балльности моря, при которой еще возможна работа (спуск/подъем)	3 балла	4 балла	4 балла
Время работы	8 часов, максимально от 24 до 72 часов	Не ограничено, зависит от работоспособности смены пилотов	От 6 до 46 часов, может находиться в режиме ожидания
Дальность плавания / скорость движения под водой	Менее 50 км / 3–5 узлов	Зависит от длины кабеля и местоположения корабля-носителя / 2–5 узлов	До 350 км, потенциально до 1500 км (зависит от типа и емкости источника питания) / 5–8 узлов
Возможность трансляции видеоизображения	Отсутствует	Прямая передача видео по кабелю	Отсутствует
Запас плавучести и возможность доставки полезного груза	От 1 до 3 человек, от 45 до 450 кг (датчики и навесное оборудование)	От 45 до 1590 кг (датчики и навесное оборудование)	От 11 до 45 кг (измерительное оборудование, инструменты и датчики)
Судно-носитель	Большинство ГОА устанавливаются на большие судно-носители, их размеры зависят от массы и габаритов ГОА. СПУ – П-рама	Зависит от размеров ТНПА и выполняемых задач, обязательно наличие режима DP. СПУ – П-рама или кран	Мало зависит от размеров аппарата и выполняемых задач. СПУ – кран. Не требуется длительная предварительная подготовка
Система поддержки	Зависит от размеров аппарата	Зависит от размеров аппарата	Зависит от размеров аппарата
Навигационная система	По донным маякам (ГАНС ДБ), УКБ, связь с судном обеспечения	По донным маякам (ГАНС ДБ), УКБ, связь с судном обеспечения	По донным маякам (ГАНС ДБ), УКБ и с помощью инерциальной системы, связь с судном обеспечения
Управление	Прямое управление аппарата человеком (пилотом)	Прямой отклик от ТНПА, неограниченная возможность работ	Автоматическое управление, возможность работы по команде оператора или без таковой, без кабеля.
		Невысокая стоимость поддержки	Минимум надводной поддержки. Ограниченный обмен (команды управления, передача данных)
Угроза персоналу в случае аварии под водой	От низкого уровня (устраняется силами экипажа) до критического. Требуется наличие резервного средства спасания	Отсутствует. С ТНПА снимается питание и аппарат поднимают на борт	Отсутствует. АНПА забирается ТНПА
Ограничения	Большой вес, размеры и стоимость выполнения работ. Ограниченное время работ по энергетике и запасу СЖО	Кабель ограничивает зону работ и маневренность аппарата	Ограничение по емкости батареи, ограничение памяти диска для записи информации. Отсутствие или ограничение рабочих функций



Для нашего ТНПА «Марлин-350» мы создали систему, состоящую из трех одинаковых видеокамер, установленных на носовой наклонной платформе в виде веера. При помощи программы «сшивки» трех видеоизображений на трех сдвинутых мониторах была получена панорамная картинка с углом 190°, без искажений на линии сопряжения изображений и в периферийных зонах. За счет расширения поля зрения управление аппаратом стало более удобным и информативным.

На стр. 34 приведена таблица, в которой по нескольким параметрам сравниваются три типа подводных аппаратов – глубоководные обитаемые (ГОА), телеуправляемые (ТНПА) и автономные (АНПА).

Сравнение показывает, что при большей стоимости закупки и эксплуатации ГОА практически по всем параметрам уступают анало-

Для воссоздания детального зрительного образа наши глаза фокусируются на нескольких представляющих интерес предметах, очень быстро их чередуя. Камера так работать не может.

гичным по размерам ТНПА. Судно-носитель ГОА должно быть специально подготовлено для установки комплекса подводного аппарата. Перестановка комплекса ГОА на другое судно занимает длительное время и сопряжена с необходимостью подготовки размещения комплекса на палубах и подключения к судовым системам. С ТНПА и АНПА – проще,

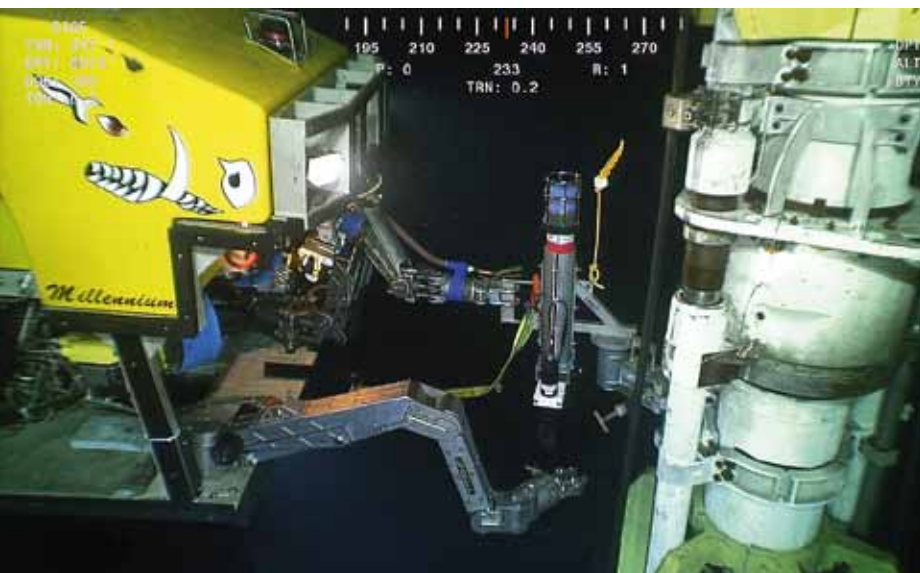


они, как правило, размещаются в стандартных контейнерах, которые легко устанавливаются на палубе и легко подключаются к судовым распределительным щитам.

С точки зрения безопасности персонала, эксплуатирующего подводный аппарат, применение ТНПА, не требующего спуска человека под воду, является серьезным аргументом в пользу его выбора. Для обеспечения безопасности ГОА на судне-носителе должен находиться второй ГОА, как в случае с ГОА «Мир», или телеуправляемый аппарат, что увеличивает стоимость работ.

Можно долго еще выявлять плюсы и минусы подводных аппаратов различного типа, но в любом случае вывод будет один – универ-





сального подводного аппарата не существует. АНПА на первом этапе подводных работ по поиску и обследованию способны сканировать дно гидролокатором бокового обзора или многолучевым гидролокатором, снимая затем на видео обнаруженные объекты с точной привязкой к планшету.

ТНПА, используя манипуляторы и дополнительные датчики, выполнит работы на объекте, поднимет на поверхность необходимые для идентификации фрагменты.

ГОА со специальной командой необходим для проведения глубокого исследования объектов, выполнения сложных подводных работ. При этом связка ГОА/ТНПА становится очень эффективной.

Тот факт, что применение ТНПА не требует спуска человека под воду, – серьезный аргумент в его пользу.

Таким образом, используя различные подводно-технические средства и их различные сочетания, можно эффективно выполнить работы с учетом оптимизации затрат на их проведение. Важнейшими критериями качества выполняемых подводных работ являются уровень подготовки, опыт и профессионализм обслуживающего аппараты персонала.