

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В АКВАТОРИЯХ ПОЛЯРНЫХ РАЙОНОВ

Гареев Шамиль Ирекович,
аспирант, Самарский государственный технический университет
05.11.16
shgareev@gmail.com

Аннотация. Разработан информационно-измерительный комплекс для исследований в акваториях полярных труднодоступных районов. Полученный комплекс позволяет проводить исследования подо льдом в экстремальных условиях в течение длительного времени без вмешательства человека, а также позволяет работать планирующему зонду без всплытия на поверхность водной среды.

Ключевые слова: планирующий зонд, надводная станция, автономность, центр тяжести, плавучесть, крен, дифферент.

THE INFORMATIONAL AND MEASURING COMPLEX IS DEVELOPED FOR RESEARCH IN THE WATERS OF THE POLAR REGIONS

Gareev Shamil Irekovich,
Samara State Technical University

Abstract. The information and measuring complex is developed for research in the waters of the polar hard-to-reach regions. The received complex allows to carry out probes under ice in extreme conditions for a long time without intervention of the person, and also allows to work to a planning probe without emersion for a surface of the water environment.

Keywords: glider, buoy station, autonomy, center of balance, buoyancy, heel, pitch.

В настоящее время акватории полярных районов остаются наименее изученными и труднодоступными районами с крупномасштабными ресурсами углеводородов, пресной воды и богатой флорой и фауной. Сложность освоения данных территорий связана с критическими природными условиями и вечными льдами, покрывающие воды данных территории. Однако технический прогресс и гонка в споре между странами-претендентами за крупные залежи углеводородов заставляют затрачивать на проблемы исследований значительные средства. К примеру, начальные суммарные ресурсы углеводородов Российского Арктического шельфа по оценкам Минприроды России составляют порядка 73 миллиардов тонн условного топлива [1]. Такие гигантские объёмы требуют основательной программы по освоению данных месторождений. Однако в связи с труднодоступностью и физико-географическими особенностями полярных райо-

нов знания о гидрофизических процессах, рельефе дна, закономерностях течений и температурных изменений часто имеют фрагментарный характер. Все эти факторы значительно усложняют процесс освоения и требуют новых методов и средств для начала этих работ.

Поэтому актуальной задачей в настоящий момент становится разработка новых принципов исследований, а вместе с ними и систем технических средств с большой продолжительностью времени работы в суровых условиях климата Арктики без присутствия человека.

Одним из интересных и перспективных направлений в решении указанных задач в открытых водных пространствах является использование планирующих зондов, предназначенных для постоянного мониторинга, измерения гидрохимических и гидрофизических параметров среды, исследований океанического дна. Зарубежные страны в послед-

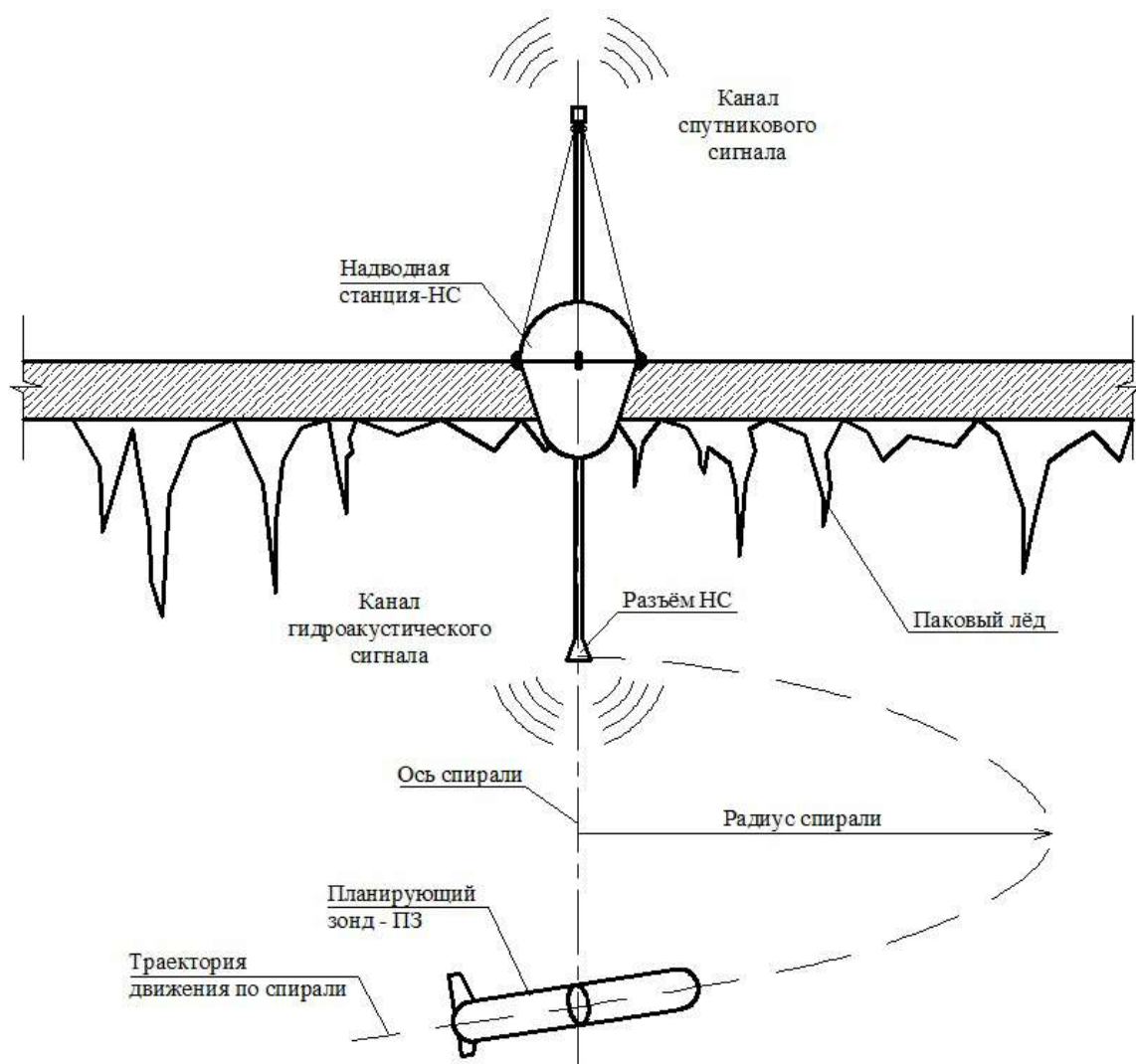


Рис. 1. Общий вид работы комплекса НС-ПЗ

нее десятилетие с успехом пользуются данными средствами для исследований морских акваторий. Эффективность планирующих средств заключена в их полной автономности и принципе передвижения, а также в отсутствии движителей. Основой для движения планирующих зондов служит изменяемый центр тяжести и плавучесть [2].

Однако выполнение работ с помощью планирующих зондов в полярных районах всегда требовало значительных затрат человеческих ресурсов и финансовых средств. Суровый климат и многолетние льды, покрывающие большую часть вод полярных районов зачастую не позволяют проводить исследования при помощи только планирующих зондов.

Невозможность всплытия на поверхность является критическим критерием при использовании в акваториях, которые покрывают льды. Поэтому для решения данной задачи исследования предлагается создание комплекса, состоящего из планирующего зонда (ПЗ) и надводной станции (НС). Главная особенность такого комплекса заключается в возможности проводить исследования при помощи планирующих зондов подо льдами. А создание сети таких комплексов значительно расширяет границы исследуемой области. Структуру сети из планирующих зондов и надводных станций можно варьировать в зависимости от размеров исследуемой области и времени выполняемой миссии. При обширных

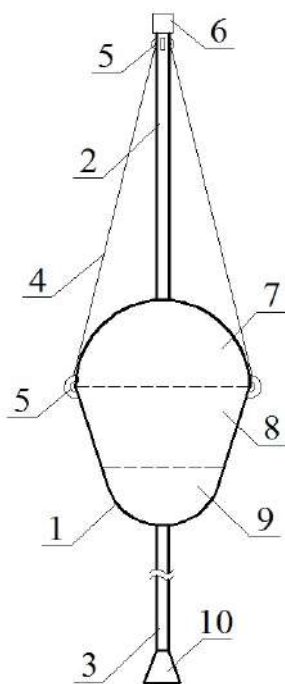


Рис. 2. Конструкция надводной станции

1-Корпус, 2-поверхностный шток, 3-погружаемый шток, 4-тросы, 5-крепление тросов, 6-антенна, 7-отсек ЭВМ, СНС, 8-отсек аккумуляторов, 9-отсек измерительных преобразователей, 10-купол-ловушка.

территориях и временном ограничении количество ПЗ и НС должно быть значительно больше 1, при этом их количество необязательно должно быть одинаковым. Если время на исследование обширной территории не ограничено, то количество ПЗ может быть значительно меньше НС. При исследовании малых территорий при ограниченном континууме количество ПЗ и НС больше 1, при неограниченном времени условия те же, но допускается использовать одну надводную станцию, которая может обслуживать несколько планирующих зондов. И наконец, при исследовании небольшого объекта достаточно по одному экземпляру НС и ПЗ. Рассмотрим теперь подробнее комплекс (рис. 1).

Особенность такого комплекса, как было указано выше, заключается в возможности работы подо льдами и проводить исследования непрерывно в течение длительных периодов без необходимости непосредственного присутствия человека. Оснащение данных средств может различаться от

функционального назначения и размеров исследуемых площадей. Стоит отметить, что ПЗ и НС не ограничены изыскательными целями, их можно использовать и в научных интересах и в целях исследования морской флоры и фауны. От этих критериев зависит функционал, заложенный в программу микрокомпьютера и оснащение ПЗ измерительной и съёмочной аппаратурой. Рассмотрим подробнее в отдельности надводную станцию и планирующий зонд.

Надводная станция представляет собой буй, который монтируется в лёд в заданной точке, где будут проходить исследования. НС обеспечивает надёжный канал связи между ПЗ и центром управления, выполняя роль буфера информации. Связь между зондом и НС осуществляется при помощи гидроакустической аппаратуры, а между станцией и центром управления спутниковой связью. Также НС корректирует координаты планирующего зонда с помощью спутниковой навигационной системы и выполняет подзарядку аккумуляторных батарей ПЗ.

Рассмотрим более подробно конструкцию надводной станции, монтируемую в лёд (рис. 2).

Конструкция надводной станции выполнена из корпуса 1, который к низу сужается, для предотвращения выдавливания НС под толщу льда. Корпус имеет верхний шток 2 для вывода антенны спутниковой связи надо льдом и снегом, и нижний шток 3 для вывода под воду сквозь толщу льда измерительные датчики, купол-ловушку 10 и гидроакустический приёмник и излучатель. Чтобы поверхностный шток не сломался под влиянием движений льда и наростов, он крепится с помощью тросов 4 и креплений 5. Корпус НС разделён на три герметичные секции. Отсек ЭВМ и СНС 7 выполняет функции промежуточного центра управления, рассчитывает и задаёт траекторию движения ПЗ, корректирует данные пространственного положения, накапливает и хранит информацию об исследованиях. Отсек батарей 8 является основным источником энергии комплекса и самым важным звеном во всей автономной работе. Отсек 9 включает в себя все измерительные системы станции. Основное внимание уделяется надёжности конструкции и работы систем в целом, так как отказ работы надводной станции влечёт за собой потерю дорогостоящего планирующего зонда.

Планирующий зонд запускается в толщу воды после установки НС. ПЗ основное звено комплекса, которое выполняет цели миссии, когда как НС явля-

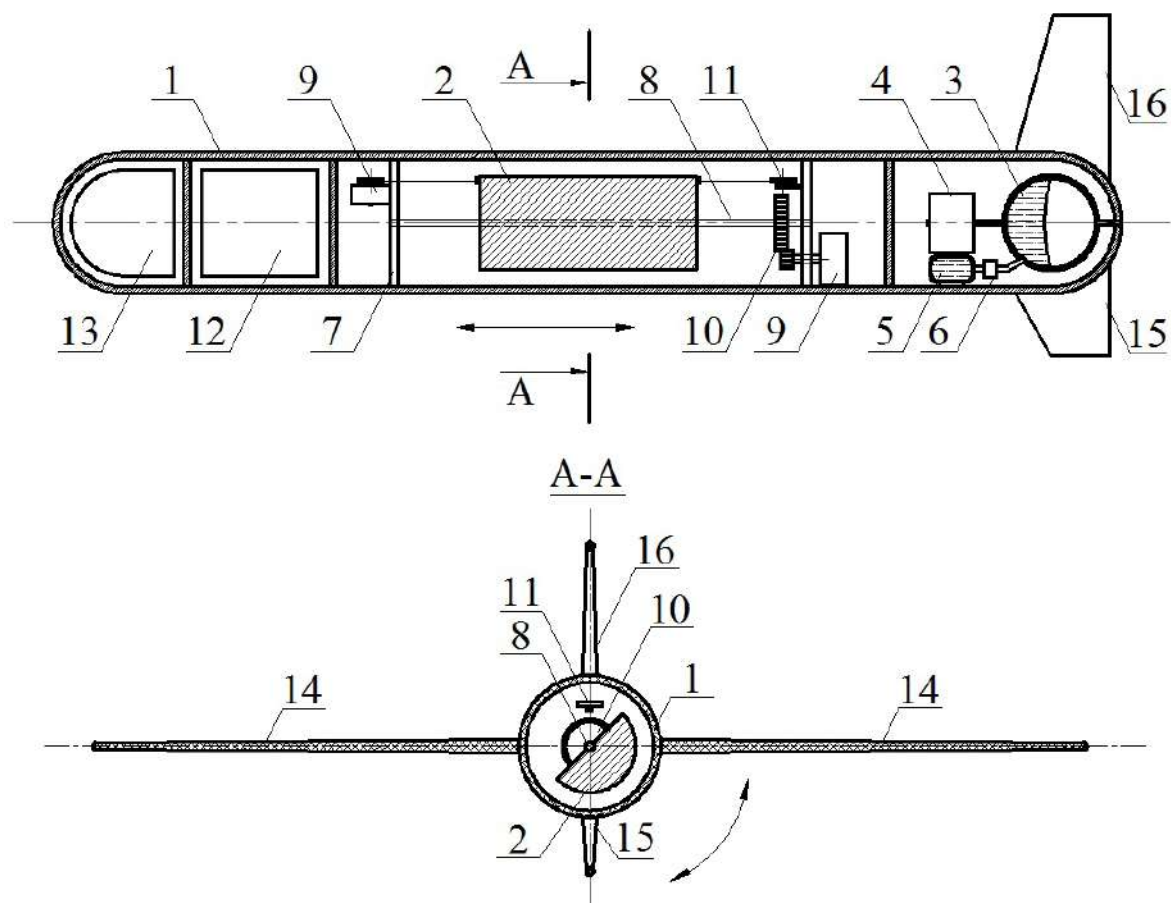


Рис. 3. Конструкция планирующего зонда

1-Корпус ПЗ, 2-блок аккумуляторов (груз), 3-сильфон, 4-маслонасос, 5-резервуар для масла, 6-клапан, 7-крепление системы изменения центра тяжести, 8-осевой шток, 9-шаговый двигатель, 10-редуктор, 11-шкив, 12-блок ЭВМ, 13-блок измерительной аппаратуры, 14-основное крыло, 15-киль, 16- хвостовое крыло.

ется вспомогательным элементом. Как было сказано выше, особенностью перемещения планирующих зондов является отсутствие движителей. ПЗ передвигается за счёт изменения центра тяжести и плавучести. Рассмотрим более детально принцип перемещения и конструкцию планирующего зонда (рис. 3).

Внутреннее пространство корпуса 1 поделено на 4 герметичные секции для увеличения надёжности. Для устойчивости на ПЗ установлен киль 15 и хвостовое крыло 16. Для изменения центра тяжести в корпусе ПЗ установлен груз 2 (блок литий-ионных аккумуляторов) закреплённый на осевом штоке 8. Шаговые двигатели 9 перемещают груз вокруг и вдоль оси ПЗ. За счёт смещения груза 2 ПЗ изменяет

крен и дифферент. Плавучесть изменяется за счёт изменения массы ПЗ при постоянном объёме, тем самым увеличивая или уменьшая плотность ПЗ по отношению к плотности воды [3]. Масса зонда изменяется при помощи выкачивания (всплытие) и закачивания (погружение) жидкости насосом 4 во внутренний резервуар 3, при этом перемещение ПЗ осуществляется только в вертикальной плоскости, а изменяя дифферент, ПЗ начинает движение и в горизонтальной плоскости. Увеличивая массу (уменьшая плавучесть) и дифферент на нос, ПЗ погружается, а при обратном процессе зонд всплывает, таким образом ПЗ совершает синусоидальную траекторию движения.

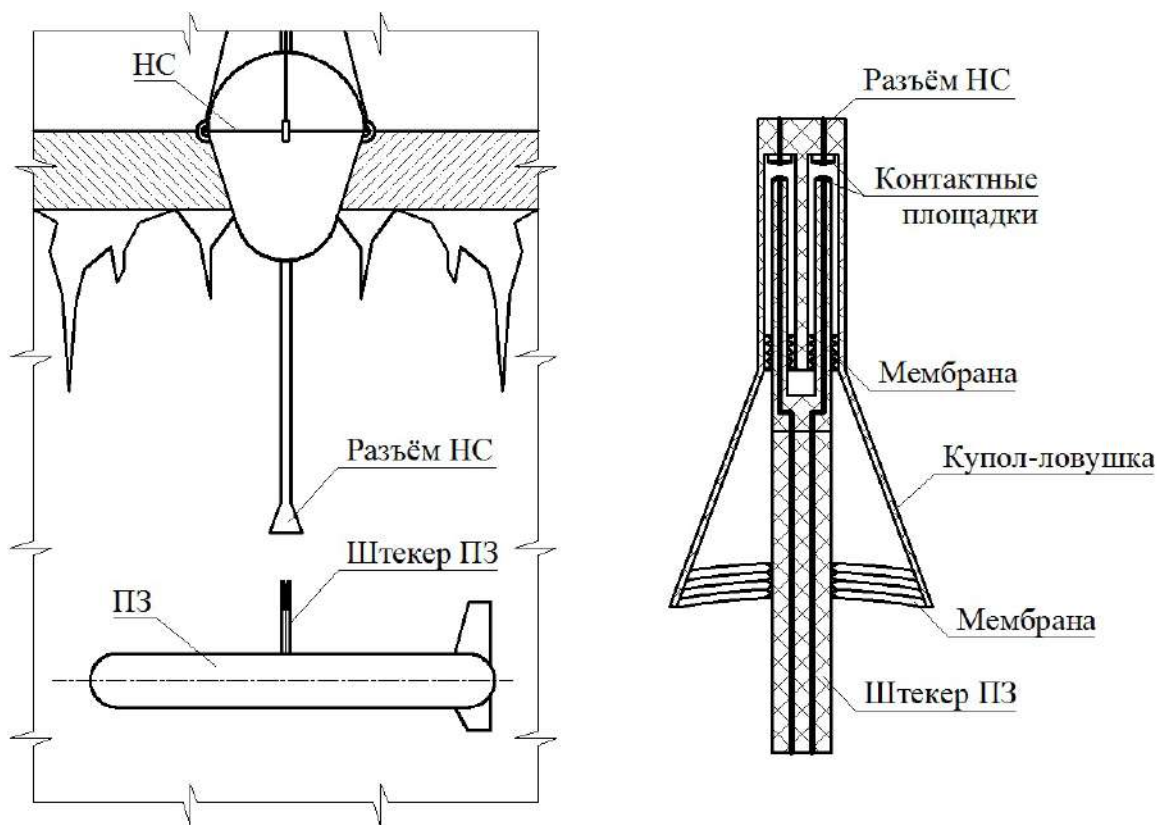


Рис. 4. Соединение штекера ПЗ с разъёмом НС.

Повороты ПЗ выполняет только при всплытии или погружении, создавая крен в сторону поворота, в результате происходит перераспределение подъёмной силы по несущим поверхностям (крыльям) зонда, при этом угол дифферента задаётся с условием скорости выполнения манёвра [4]. Таким образом, ПЗ совершает движения, похожие на витки спирали. Стоит отметить, что элемент движения по витку спирали является основным и при радиальном погружении (всплытии) и при поворотах на необходимый угол курса.

Блок измерительной аппаратуры ПЗ включает в себя системы измерения температуры, электропроводности, крена, дифферента, ускорения, скорости течения, рельефа дна. Комплектация может существенно отличаться в зависимости от функционального назначения. Также ПЗ может оснащаться цифровыми камерами для съёмки подводного мира Арктики в познавательных целях.

Подзарядка ПЗ обеспечивается аккумуляторами НС при непосредственном контакте штекера ПЗ с

разъёмом НС. Необходимым выполняемым условием данной задачи является точность пространственного позиционирования планирующего зонда. Для упрощения задачи, на разъёме устанавливается купол-ловушка с направляющими. Планирующий зонд путём обмена информацией с надводной станцией координирует передвижение ПЗ в заданную точку под НС, после чего в ПЗ изменяется плавучесть на положительную, в результате чего штекер соединяется с разъёмом (рис. 4).

Длительная работа комплекса обеспечивается при помощи периодической подзарядки аккумуляторов планирующего зонда от стационарных батарей надводной станции. Однако в условиях низких температур даже самые ёмкие аккумуляторы с течением времени теряют заряд. Для предотвращения полной разрядки используются термопары. Один электрод контактирует с водой, температура которой не опускается ниже 0 °С, второй выведен на поверхность, где температура воздуха может достигать минус 60 °С. В результате данного эф-

факта 10-15 термопар смогут бесконечно долго обеспечивать стационарные батареи необходимой минимальной ёмкостью. На сегодняшний день в данных условиях это единственный эффективный способ возобновления энергии, поскольку солнечные батареи невозможно использовать из-за климатических условий.

Стоит отметить, что все конструкции должны выполняться максимально надёжными, чтобы сроки

автономности многократно увеличивались. При выполнении необходимых условий точности позиционирования, условий подзарядки, корректировки работы планирующего зонда при помощи надводной станции, ИИУС, способна максимально длительное время проводить исследования в полярных районах без вмешательства человека и существенных финансовых затрат, что даёт значительные преимуществами перед другими системами и методами.

Список литературы

1. Арктический шельф: насколько оптимальна система регулирования в России? - Энергетический центр Московской школы управления СКОЛКОВО. - Режим доступа: <http://energy.skolkovo.ru/news/151/>
2. Ш.И. Гареев. Математическая модель траектории движения для управляющей системы планирующего зонда. // Системы управления и информационные технологии, №1 (47) 2012, С. 23-26.
3. Е.Н. Пантов, Н.Н. Махин, Б.Б. Шереметов. Основы теории движения подводных аппаратов. - Л.: Судостроение, 1973. -216 с.
4. М.Д. Агеев, Л.В. Киселев, Ю.В. Матвиенко и др.; под общ. ред. М.Д. Агеева; [отв. ред. Л.В. Киселев]. Автономные подводные роботы: системы и технологии // Ин-т проблем морских технологий. - М.: Наука. 2005. -398 с.