

ОСОБЕННОСТИ СВЯЗИ С ГЛУБОКОВОДНЫМИ ПОДВИЖНЫМИ МОРСКИМИ АППАРАТАМИ

FEATURES OF COMMUNICATION WITH DEEP-SEA MOBILE SUBMERSIBLES

Рассмотрены вопросы связи с глубоководными морскими подвижными аппаратами. Отмечено, что связь с ними может осуществляться с использованием низкочастотной электросвязи или гидроакустической связи. Показано, что с точки зрения электромагнитной экологии телекоммуникации с подвижными глубоководными аппаратами более целесообразно осуществлять с применением гидроакустических колебаний.

Questions of communication with deep-sea maritime mobile submersibles are considered. It is noted that communication with them can be carried out with use of low-frequency telecommunication or hydroacoustic communication. It is shown that from the point of view of electromagnetic ecology of telecommunication with mobile deep-sea maritime mobile submersibles it is more expedient to carry out with application of hydroacoustic fluctuations.

*Ключевые слова: глубоководные подвижные морские аппараты, гидроакустическая связь.
Key words: deep-sea maritime mobile submersibles, hydroacoustic communication.*

Т АЙНЫ глубин морей и океанов издревле привлекают умы всего человечества [1]. Глубоководные исследования неразрывно связаны с необходимостью обеспечения связи с обитаемыми и необитаемыми подвижными и буксируемыми глубоководными аппаратами [2; 3, с. 12–18]. В последнее время в качестве подводных аппаратов используются так называемые глайдеры (Underwater glider), подводные планеры или автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА). В отличие от других типов АНПА, глайдеры не имеют винтов или иных внешних движителей. Источником движения является изменение плавучести за счет теплового расширения и сжатия специальных резервуаров и перемещение центра тяжести за счет смещений внутренних частей. Вертикальный импульс всплытия или погружения преобразуется в горизонтальный за счет рулей направления движения. Указанный принцип движения позволяет резко сократить расход энергии, что, в свою очередь, позволяет принципиально увеличить дальность плавания, хотя и с меньшей скоростью. В начале XXI в. были созданы планеры с дальностью автономного плавания в тысячи километров. Аппараты “Spray” и “Seaglider”, использующие данный способ движения, были созданы в США. Аппарат “Seaglider” в 2009 г. проработал в Тихом океане вблизи побережья Аляски в течение 9 месяцев и 5 дней (имея вес 52 кг и энергию аккумуляторной батареи всего 2,78 кВт·ч). За это время аппарат смог преодолеть более 4900 км [4]. Данные передавались через спутник. Для этого аппарат периодически всплывал на поверхность, передавал данные и получал команды с помощью встроенного спутникового телефона. Океанографический институт Скриппса и Калифорнийский университет в Сан-Диего продемонстрировали первый подводный аппарат, который получает энергию только за счет разницы температур в океанских глубинах. Именно поэтому Sounding Oceanographic Lagrangian Observer Thermal RECharging (SOLO-TREC) может выполнять работы по исследованию дна и наблюдению за морской жизнью непрерывно в течение нескольких месяцев, если не лет [5]. В Российской Федерации также ведутся работы по созданию подобных аппаратов. Так, в Самарском государственном университете создан подводный планер,

парящий в водной среде за счет изменения плавучести корпуса. Размах крыльев планера — 1,3 м, глубина погружения — до 1 тыс. м, скорость — до 0,5 м/с [6]. Область применения АНПА довольно широкая. Встает задача обеспечения связи с аппаратами, желательно без всплытия на поверхность.

Многолетние многочисленные исследования показали сложность решения проблемы связи с глубоководными мобильными (подвижными) аппаратами [1–3]. Особенно остро необходимость решения этой задачи в России встала в связи с широким использованием морского шельфа с его залежами полезных ископаемых. Освоение огромных просторов Мирового океана связано не только с проблемами экономического плана, но и с вопросами международных юридических отношений и территориальной целостности государств. Все более интенсивное использование районов Северного морского пути (СМП) от Мурманска до Владивостока, пролегающего по морям Северного Ледовитого океана (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) и Беринговом море, потребовало принятия мер по обеспечению безопасности мореплавания в этих районах [7]. Поскольку Глобальная морская система связи при бедствии и для обеспечения безопасности (ГМССББ), использующая для решения задач безопасности мореплавания возможности связи геостационарных спутников ИНМАРСАТ, обеспечивает надежную связь не во всех районах СМП, возникла необходимость заключения дополнительных международных соглашений по организации новых районов Всемирной службы навигационных предупреждений (ВСНП) — НАВАРЕА. Был организован ряд новых районов НАВАРЕА. Российская Федерация наряду с XIII районом НАВАРЕА приняла на себя ответственность за обеспечение безопасности мореплавания во вновь организованных XX и XXI районах НАВАРЕА. Это районы СМП от Берингова пролива на востоке до мыса Нордкап на западе СМП.

В ВСНП входит служба НАВТЕКС — международная служба, обеспечивающая передачу на суда навигационных и метеорологических предупреждений и другой срочной информации, связанной с безопасностью мореплавания и относящейся к прибрежным водам в радиусе до 400 миль от берега. Морской шельф этих районов богат полезными ископаемыми и за него идет борьба между различными государствами, включая Россию, Норвегию, Канаду и США. В процессе перехода к рыночным отношениям произошла трансформация звеньев СМП и хозяйствующих субъектов в различные формы собственности. Морские пароходства акционированы (за исключением Арктического пароходства). Соответственно транспортный флот стал собственностью этих акционерных обществ, а ледокольный, аварийно-спасательный и гидрографический флот, ледово-информационная система «Север», портовые сооружения, средства навигации, связи, гидрографии, гидрометеорологии и спасения закреплены в федеральной собственности. Арктические порты находятся в ведении субъектов Российской Федерации хозяйствующих субъектов (за исключением акционированного порта «Певек»).

Районы СМП охватывают как внутренние территориальные воды, так и районы морской экономической зоны России. Основными пользователями СМП в России являются такие крупные компании, как Газпром, «Росшельф», «Норильский никель» и др. Но если Газпром интересуется в основном уникальное Штокмановское месторождение углеводородов нефти и газа, то североонежские бокситы, шельфовые залежи различных минералов, полиметаллов и марганца на архипелаге Новая Земля и в других более удаленных районах Севера России привлекают различные крупные российские и зарубежные компании (ОАО «Ямал СПГ» и др.). Добыча и транспортировка углеводородов и других полезных природных ископаемых на морском шельфе в условиях Крайнего Севера связаны со сложными метеорологическими условиями в этих районах. Одним из вариантов приспособления к этим условиям является применение стационарных и подвижных автономных глубоководных обитаемых и необитаемых аппаратов.

Связь с буксируемыми и стационарными подводными аппаратами может быть осуществлена с использованием электросвязи по медным электрическим кабелям или по волоконно-оптическим кабелям. Для связи с подвижными аппаратами приходится прибегать к помощи электромагнитных колебаний (ЭМК) низких частот или в качестве переносчика сигналов использовать гидроакустические колебания звуковых и ультразвуковых частот. При этом необходимо учитывать, что

в морской воде и электрические, и гидроакустические колебания с повышением частоты нелинейно ослабевают и, как следствие, с увеличением глубины погружения подводного аппарата резко затухают. Поэтому для связи с глубоководными аппаратами стремятся использовать как можно более низкий диапазон частот. К сожалению, очень низкие электромагнитные колебания большой мощности, необходимой для осуществления радиосвязи с глубоко погруженным аппаратом, создают вредную для человека электромагнитную экологию.

В табл. 1 приведена классификация диапазонов частот спектра ЭМК в диапазонах от 0,3 мГц (миллигерц) до 30 000 Гц. ЭМК на инфразвуковых и гипернизких частотах для связи практически не используются.

В настоящее время делаются попытки использовать ЭМК крайне низких частот для связи с подвижными и стационарными подводными объектами (батискафами, подводными лодками и т. п.). Следует отметить, что с точки зрения электромагнитной экологии электромагнитные колебания на инфразвуковых и гипернизких частотах относятся к числу вредных частот и ритмов, так как они совпадают с разными ритмами мозга человека и нарушают ритмичную работу мозга. ЭМК на частоте 1–3 Гц влияют на δ -ритм мозга, 5–7 Гц — на θ -ритм, 8–12 Гц — на α -ритм, 12–31 Гц — на β -ритм [8; 9]. В табл. 2 кратко изложено влияние крайне низких частот на организм человека.

Таблица 1

Классификация диапазонов частот спектра электромагнитных колебаний (ЭМК) в диапазонах от 0,3 мГц (миллигерц) до 30 000 Гц

№ диапазона	Частоты — F , исключая нижний (F_n) и включая верхний (F_v) пределы	Наименование частот		Длина волны — λ , исключая верхний (λ_v) и включая нижний (λ_n) пределы	Наименование волн	
		Полное	Сокращенное рус./лат		Полное	Сокращенное
—	Менее 0,3, менее 300 мГц	Инфразвуковые	ИЗЧ/ UVF	Более 10^9 м, более 10^3 Мм		
0	0,3–3 Гц	Гипернизкие	ГНЧ/ HLF	10^9 – 10^8 м, 10^3 – 10^2 Мм	Гектомега- метровые	ГМГМВ
1	3–30 Гц	Крайне- низкие	КНЧ/ ELF	10^8 – 10^7 м, 10^2 – 10 Мм	Киломириа- метровые	КМИМВ
2	30–300 Гц	Сверх- низкие	СНЧ/ SLF	10^7 – 10^6 м, 10 – 1 Мм	Гектомириа- метровые	ГМИМВ
3	300–3000 Гц	Ультра- низкие	УНЧ/ ULF	10^6 – 10^5 м, 10^3 – 10^2 Мм	Декамириа- метровые	ДМИМВ
4	3000–30 000 Гц	Очень низкие	ОНЧ/ VLF	10^5 – 10^4 м, 10^2 – 10 км	Мириа- метровые, сверхдлинные	МИМВ СДВ

В табл. 1 приняты следующие обозначения и сокращения:

F — частота; мГц — миллигерцы; λ — длина волны; Мм — мегаметры.

Исследование возможностей глобальных телекоммуникаций в диапазоне инфразвуковых и звуковых радиочастот с помощью биотехнических систем показало, что диапазон радиоволн сверхнизкочастотного (СНЧ) спектра мало освоен для технического применения [9]. В этой области частот длина волны ЭМК часто соизмерима с радиусом Земли, а частота колебаний совпадает с собственной частотой резонатора, образованного сферической полостью между Землей и ионосферой. Вследствие этого наблюдаются глобальные резонансы. В. О. Шуман отметил влияние грозных разрядов на возникновение глобальных резонансов на частотах порядка 10,6; 13,3; 25,9; 33,5 и 41 Гц [10, р. 149–154]. Эти резонансы были названы шумановскими резонансами. Шуманов-

ский фон в резонаторе Земля–ионосфера существует постоянно и является откликом на совокупность грозных разрядов, возникающих все время на земном шаре с частотой около 100 гроз в секунду. Наиболее часто резонансные пики шума проявляются на частотах порядка 8, 14, 20, 26 Гц [11]. Они отрицательно влияют на возможности радиосвязи на этих частотах [12, с. 5–29].

Таблица 2

Влияние крайне низких частот на организм человека

№ п/п	Частота	Эффект, производимый крайне низкими частотами на человека
1	0,02	Увеличение времени реакции на возбуждение
2	0,6	Стойкое психическое торможение
3	1–3 δ-ритм мозга	Стресс
4	5–7 θ-ритм мозга	Умственное утомление. Стресс. Отрицательное эмоциональное возбуждение
5	8–12 α-ритм мозга	Влияет на реактивность и эмоциональное возбуждение вплоть до судорожной активности
6	12–31 β-ритм мозга	Умственное утомление. Усиление стресса
7	40–70	При высокой напряженности поля ухудшение обменных процессов. Индивидуальные физиологические изменения, беспокойство

Плохая электромагнитная экология колебаний на инфразвуковых, гипернизких, крайне низких и сверхнизких частотах вынуждает искать средства связи с погруженными объектами, менее опасные для человека. Более традиционным родом связи с погруженным аппаратом является гидроакустическая связь. Поэтому в качестве переносчика сигнала в телекоммуникациях с погруженными подводными аппаратами целесообразно применять гидроакустические колебания (ГАК). С точки зрения дальности связи они обладают рядом недостатков, однако более безопасны для человека и способны проникать на большую глубину [1; 13]. Например, В. В. Путин, будучи на глубоководном аппарате «Мир-1» на дне озера Байкал, с глубины свыше тысячи метров общался с журналистами на барже по гидрофону [14].

На основании изложенного могут быть сделаны следующие выводы и предложения.

1. Северной морской путь — это не только транспортная артерия России, но и путь к шельфовым природным богатствам Севера России.

2. Освоение и использование природных богатств Крайнего Севера потребует не только рабочих рук, но и перспективных подводных механизмов и роботов в виде автономных необитаемых аппаратов. Выполненные исследования показали, что в этом направлении ведутся интенсивные поиски создания и оптимизации таких аппаратов. Одной из сложнейших задач продолжает оставаться разработка и создание надежного канала телеуправления такими аппаратами. При этом одновременно приходится решать задачу непричинения вреда экологии водной среды.

3. Для телеуправления этими автономными глубоководными необитаемыми аппаратами необходима надежная связь с ними. В качестве такой связи целесообразно использовать гидроакустическую связь как наиболее экологичный род связи с глубоководными аппаратами.

Список литературы

1. *Сергеев А. Н.* Радиозлектроника под водой / А. Н. Сергеев. — Л.: Энергия, 1971. — 146 с.
 2. Автономные необитаемые подводные аппараты / под общ. ред. М. Д. Агеева. — Владивосток: Дальнаука, 2000. — 272 с.

3. Бочаров Л. Ю. О некоторых тенденциях в развитии автономных необитаемых подводных аппаратов / Л. Ю. Бочаров // Технические проблемы освоения Мирового океана: материалы V Всероссий. науч.-техн. конф., Владивосток, 30 сентября — 4 октября 2013 г. — Владивосток, 2013.
4. <http://www.metodolog.ru/node/1626/>
5. <http://compulenta.computerra.ru/archive/robotics>
6. <http://itar-tass.com/spb-ntws/1012355>
7. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море, 1974 г. — СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2002.
8. Конторов Д. С. Радиоинформатика / Д. С. Конторов, М. Д. Конторов, В. К. Слока. — М.: Радио и связь, 1993. — 294 с.
9. Телемедицина. Новые информационные технологии на пороге XXI века / под ред. Р. М. Юсупова, Р. И. Полонникова; С.-Петерб. ин-т информатики и автоматизации РАН. — СПб.: ТОО «Анатолия», 1998. — 488 с.
10. Schuman W. Uber die Strahlungslosen Eigenschwingungen eine leite rugeldie von Luftschicht und einer Ionospharen umgeben ist / W. Schuman. — Z. Naturforsch, 1952.
11. Блюх П. В. Глобальные электромагнитные резонансы в полости Земля–ионосфера / П. В. Блюх, А. П. Николаенко, Ю. Ф. Филиппов. — Киев: Наук. думка, 1977. — 200 с.
12. Дальняя связь на крайне низких частотах // ТИИЭР. — 1974. — № 3 (62).
13. Урик Р. Дж. Основы гидроакустики: пер. с англ. / Р. Дж. Урик. — Л.: Судостроение, 1978. — 448 с.
14. <http://www.3vium.ru/forums>

УДК 629.12

В. И. Дмитриев,
заведующий кафедрой судовождения, канд. техн. наук, доцент,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

О. В. Соляков,
доцент кафедры судовождения, канд. техн. наук,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова;

Н. В. Турецкий,
третий помощник капитана,
ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО СУДОВОДИТЕЛЯ — НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

THE WORK'S STATION OF THE NAVIGATOR — THE PRESENT AND THE FUTURE

В настоящей статье определяется круг задач проектирования и использования автоматизированных рабочих мест на морских судах. Эффективность автоматизированных рабочих мест (АРМ) судоводителя, степень их надежности, устойчивости, системности и гибкости подвергаются все более жестким требованиям с развитием технологий и расширением объема выполняемых операций морскими судами. Правильное и корректное использование всех составляющих АРМ позволяет существенно снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций, случаев загрязнения окружающей среды, а также повысить уровень безопасности на судне. В связи с этим содержание статьи является актуальной базой для дальнейшего изучения данной темы, поисков новых путей развития и применения АРМ судоводителей на морских судах.