

УДК 614.8: 654.078
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2020.93.28.008

РАСШИРЕНИЕ ПРИМЕНИМОСТИ БИОНИЧЕСКОЙ АЗБУКИ МОРЗЕ ДЛЯ СКРЫТЫХ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Гавришев А.А.

ФГАОУ ВО Северо-Кавказский федеральный университет

Аннотация:

Рассмотрены скрытые гидроакустические системы связи на основе биоподобных сигналов на примере скрытой гидроакустической системы связи из работ [13; 14], в основу которой положена бионическая азбука Морзе. Показано, что в известных работах [13; 14] не представлена бионическая азбука Морзе для русских букв, цифровых значений и знаков препинания, что потенциально сужает сферу ее применения. Разработана бионическая азбука Морзе, расширяющая применение бионической азбуки Морзе из работ [13; 14] для скрытых гидроакустических систем связи, например при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах, исследовании подводных потенциально опасных объектов и решении других специальных задач, за счет добавления в ее состав русских букв, цифр и знаков препинания.

Ключевые слова: скрытность, гидроакустические системы связи, биоподобные сигналы, бионическая азбука Морзе.

EXPANDING THE APPLICATION OF BIONIC MORSE CODE FOR COVERT HYDROACOUSTIC COMMUNICATION SYSTEMS

Gavrishev A.A.

North-Caucasus Federal University

Abstract:

Covert hydroacoustic communication systems based on biosimilar signals are considered on the example of a covert hydroacoustic communication system from [13; 14], which is based on the bionic Morse code. It is shown that in the well-known works [13; 14] does not present bionic Morse code for Russian letters, numerical values and punctuation marks, which potentially narrows the scope of its application. A bionic Morse code has been developed, extending the use of the bionic Morse code from [13; 14] for covert hydroacoustic communication systems, for example, in the prevention and elimination of emergencies at water and underwater objects, the study of potentially dangerous underwater objects and other special tasks, by adding Russian letters, numbers and punctuation marks to it.

Keywords: covert, hydroacoustic communication systems, biosimilar signals, bionic Morse code.

Введение

В последние годы идет активное развитие гидроакустических систем связи [1-6], которые находят широкое применение для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах; для исследования подводных потенциально опасных объектов и решении других специальных задач. Многие гидроакустические системы связи, известные в настоящее время [1-6], построены на основе узкополосных сигналов и широко распространенных шумоподобных сигналов (например, m-последовательности).

Вместе с тем, исследования последних лет показывают [7-14], что гидроакустические каналы связи некоторых животных, обитающих в морских и пресных водах, в отличие от технических гидроакустических систем, в которых часто используются узкополосные сигналы и широко распространенные шумоподобные сигналы, основаны на использовании сигналов с сверхширокополосностью. Указанное обстоятельство открывает новые перспективы для повышения скрытности информационного обмена в гидроакустических системах связи при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах, исследовании подводных потенциально опасных объектов и решении других специальных задач. С помощью биоподобных сигналов с сверхширокополосностью, адаптированных для специальных задач, потенциально возможно повысить скрытность информационного обмена от обнаружения и перехвата посторонним наблюдателем. Кроме того, фактическая схожесть биоподобных сигналов с сигналами животных [7-14], обитающих в морских и пресных водах, при использовании в скрытных гидроакустических системах связи, дополнительно затрудняет процесс их обнаружения и анализа.

В настоящее время предложено несколько практических схем гидроакустических систем связи, основанных на биоподобных сигналах. Подробное описание некоторых из них приведено в работах [7-14] и списках литературы к ним. В данной работе авторы хотят обратиться к работам [13; 14], в которых представлен новый метод бионического кодирования Морзе, положенный в основу скрытной гидроакустической системы связи, имитирующей пение горбатого кита. С помощью указанного метода обеспечивается скрытная гидроакустическая связь, схожая с пением горбатого кита. Указанный подход является перспективным для систем скрытной гидроакустической связи, однако он описан исключительно для английского языка. Кроме того, авторы указанных статей [13; 14] не описали применение разработанного ими подхода для передачи цифровых значений и знаков препинания. Исходя из этого, необходимы дальнейшие исследования, направленные на развитие подхода, представленного в указанных работах [13; 14],

Целью данной работы является расширение применимости бионической азбуки Морзе, представленной в работах [13; 14], для скрытной гидроакустической связи за счет добавления в нее русского языка, цифр и знаков препинания.

Основная часть

Известна следующая скрытная гидроакустическая система связи на основе биоподобных сигналов, общую схему которой можно представить следующим образом (рисунок 1) [13; 14].

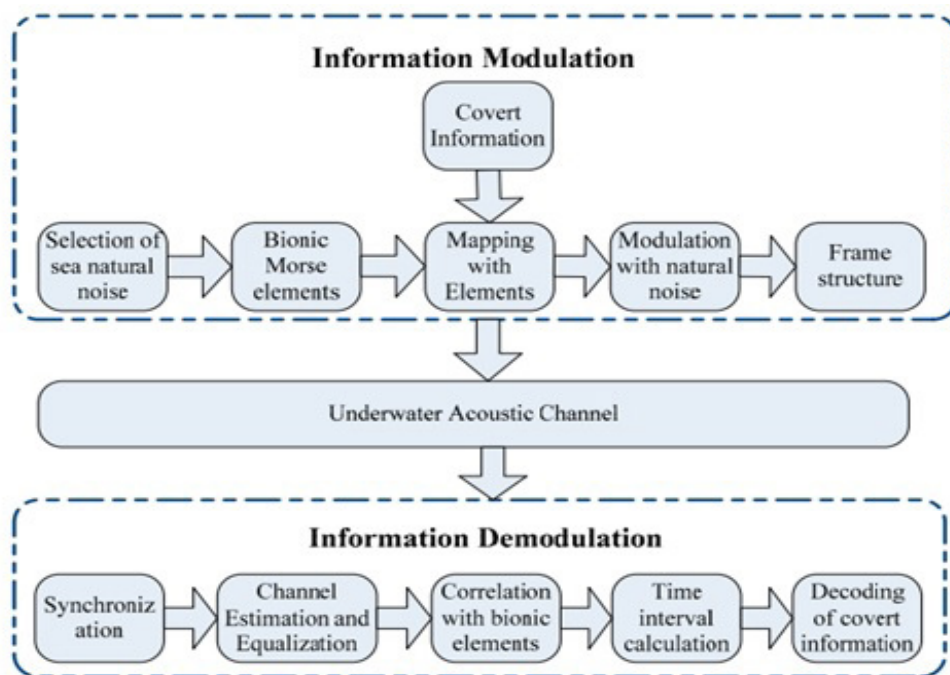


Рис. 1. Схема скрытной гидроакустической системы связи на основе биоподобных сигналов, представленная в работах [13; 14].

Представленная на рисунке схема функционирует следующим образом [13; 14]: выбирается природный морской звук, который с помощью бионической азбуки Морзе и передаваемого сообщения, преобразуется к необходимому для передачи по гидроакустическому каналу связи виду. Затем он восстанавливается на приемной стороне с помощью аналогичного природного морского звука и бионической азбуки Морзе. В работах [13; 14] в качестве природного морского звука выбрано пение горбатого кита.

В основу рассматриваемой скрытной гидроакустической системы связи, в соответствии с работами [13; 14] положена бионическая азбука Морзе. Как известно [13-16], азбука Морзе является одним из самых известных и традиционных методов для кодирования символов. В основу кодирования символов положено использование комбинаций точек, тире и интервалов. Первоначально эти коды использовались для передачи сообщений по телеграфу, однако позже их стали широко использовать для передачи сообщений в различных сферах человеческой деятельности.

В работах [13; 14] предлагается следующая схема преобразования азбуки Морзе в бионическую азбуку Морзе на примере английского языка (таблица 1).

Таблица 1. Бионическая азбука Морзе из работ [13; 14]

№	Буква английского алфавита, [13-16]	Код Морзе, 13-16]	Бионический код Морзе, [13; 14]
1	A	· –	♥
2	B	– · · ·	♠♠
3	C	– · – ·	♦♠
4	D	– · ·	♦♦
5	E	·	♣
6	F	· · – ·	♥♠
7	G	– – ·	♠♠
8	H	· · · ·	♠♠
9	I	· ·	♣♠
10	J	· – – –	♠♠♠
11	K	– · –	♣♠♦
12	L	· · – ·	♦♥
13	M	– –	♥♦
14	N	– ·	♠♦
15	O	– – –	♠
16	P	· – – ·	♠♥
17	Q	– – – –	♦♠♦
18	R	· – ·	♦♠
19	S	· · ·	♠♥
20	T	–	♦
21	U	· · –	♥♠
22	V	· · · –	♠♠♠
23	W	· – –	♥♥
24	X	– · · –	♦♠♠
25	Y	– · – –	♠♦
26	Z	– – · ·	♦♠♠

На рисунке 2, в качестве примера из работ [13; 14], приведено передаваемое по гидроакустическому каналу связи слово «Covert», преобразованное с помощью описанного выше подхода. Более подробно с данным подходом можно ознакомиться в работах [13; 14].

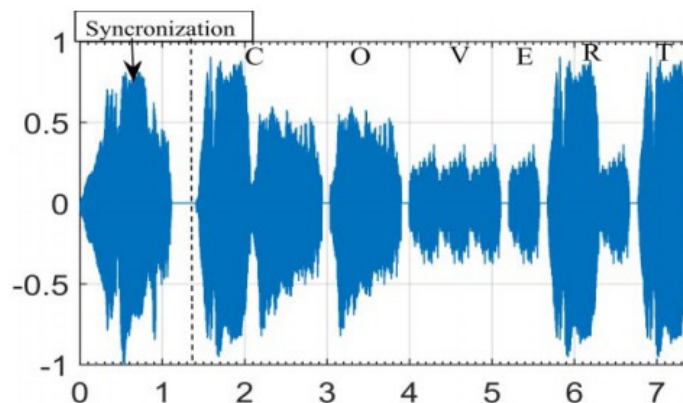


Рис. 2. Передаваемое по гидроакустическому каналу связи слово «Covert», преобразовано с помощью бионической азбуки Морзе [13; 14].

Вместе с тем, как видно из таблицы 1, бионическая азбука Морзе, представленная в работах [13; 14], описана исключительно для букв английского алфавита, что потенциально сужает сферу ее применения. Так как представленный в работах [13; 14] подход, при соответствующей адаптации, потенциально возможно использовать при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах, исследовании подводных потенциально опасных объектов и решении других специальных задач. В связи с этим, естественным выглядит расширение предлагаемого в работах [13; 14] подхода и на русский язык. В таблице 2 представлена бионическая азбука Морзе для русского языка. При создании бионической азбуки Морзе для русского языка авторами частично использованы результаты, полученные в работах [13; 14].

Таблица 2. Бионическая азбука Морзе для русского языка

№	Буква русского алфавита, [16]	Код Морзе, [16]	Бионический код Морзе
1	А	· –	♥
2	Б	– · · ·	♠♠
3	В	· – –	♥♥
4	Г	– – ·	♠♠
5	Д	– · ·	♦♦
6	Е	·	♣
7	Ж	· · · –	♣♣♣
8	З	– – · ·	♦♣♣
9	И	· ·	♣♣
10	Й	· – – –	♣♣♣
11	К	– · –	♣♣♦
12	Л	· – · ·	♦♥
13	М	– –	♥♦
14	Н	– ·	♣♦
15	О	– – –	♠
16	П	· – – ·	♠♥
17	Р	· – ·	♦♣
18	С	· · ·	♣♥
19	Т	–	♦
20	У	· · –	♥♣
21	Ф	· · · ·	♥♠
22	Х	· · · ·	♣♠

№	Буква русского алфавита, [16]	Код Морзе, [16]	Бионический код Морзе
23	Ц	— · — ·	♦♦
24	Ч	— — — —	♦♦♦
25	Ш	— — — ·	♥♥♥
26	Щ	— — · —	♦♦♦
27	Ъ	— · — —	♦♦♦
28	Ы	— · — —	♦♦
29	Э	· — — ·	♦♥♦
30	Ю	· — — —	♥♦♦
31	Я	· — · —	♥♦♥

Так же в работах [13; 14] не представлена бионическая азбука Морзе для цифровых значений, что потенциально сужает сферу ее применения. Полученные авторами результаты, расширяющие применение бионической азбуки Морзе из работ [13; 14], представлены в таблице 3.

Таблица 3. Бионическая азбука Морзе для цифровых значений

№	Цифра, [16]	Код Морзе, [16]	Бионический код Морзе
1	1	· — — — —	♦♦♦♥
2	2	· · — — —	♦♦♥♥
3	3	· · · — —	♦♥♥♥
4	4	· · · · —	♦♦♦♦
5	5	· · · · ·	♦♦♦♦
6	6	— · · · ·	♦♦♦♦
7	7	— — · · ·	♦♦♦♦
8	8	— — — · ·	♦♦♦♦
9	9	— — — — ·	♦♦♦♦
10	0	— — — — —	♦♦♦♦

Так же в работах [13; 14] не представлена бионическая азбука Морзе для знаков препинания, что потенциально сужает сферу ее применения. Полученные авторами результаты, расширяющие применение бионической азбуки Морзе из работ [13; 14], представлены в таблице 4.

Таблица 4. Бионическая азбука Морзе для знаков препинания

№	Знак препинания, [16]	Код Морзе, [16]	Бионический код Морзе
1	Точка (.)	· — — — —	♥♥♥♦
2	Запятая (,)	· · — — —	♥♥♥♦
3	Вопросительный знак (?)	· · · — —	♥♦♦♦
4	Восклицательный знак (!)	· · · · —	♥♥♥♦
5	Тире (-)	· · · · ·	♥♥♦♦
6	Скобки (())	— · · · ·	♥♦♦♦
7	Кавычки («»)	— — · · ·	♥♥♥♦
8	Дробная черта (/)	— — — · ·	♥♥♦♦
9	Двоеточие (:)	— — — — ·	♥♦♦♦

Как видно из таблиц 1-4, по сравнению с азбукой Морзе, бионическая азбука Морзе содержит больше элементов в своем составе; имеет код меньшей длины и обладает большей скрытностью [13; 14]. Так же следует обратить внимание на то [13; 14], что длительность передаваемого биоподобного сигнала

зависит от частоты встречаемости того или иного символа, цифры или знака препинания (с помощью более высокочастотных символов получают более короткие последовательности, в то время как длина биоподобного сигнала увеличивается по мере уменьшения частоты встречаемости).

Таким образом, следует заключить, что сочетание полученных результатов, представленных в таблицах 2-4, и результатов из работ [13; 14], позволяет расширить применимость бионической азбуки Морзе для скрытных гидроакустических систем связи, например при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах, исследовании подводных потенциально опасных объектов и решении других специальных задач, за счет добавления к английскому языку так же русского языка, цифр и знаков препинания.

Заключение

Таким образом, в данной статье рассмотрены скрытные гидроакустические системы связи на основе биоподобных сигналов на примере скрытной гидроакустической системы связи из работ [13; 14], в основу которой положена бионическая азбука Морзе. Показано, что в известных работах [13; 14] не представлена бионическая азбука Морзе для русских букв, цифровых значений и знаков препинания, что потенциально сужает сферу ее применения. Разработана бионическая азбука Морзе, расширяющая применение бионической азбуки Морзе из работ [13; 14] для скрытных гидроакустических систем связи, например при предупреждении и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных и подводных объектах, исследовании подводных потенциально опасных объектов и решении других специальных задач, за счет добавления в ее состав русских букв, цифр и знаков препинания.

Дальнейшие исследования в данной области авторы связывают с изучением разнообразных биоподобных сигналов и их применимостью для гидроакустической системы связи, представленной в трудах [13; 14], с учетом полученных в данной работе результатов.

Литература

1. Вялышев А.И., Добров В.М., Стоянов В.В., Пантелеев В.А., Сегаль М.Д. Автономная донная станция оперативного контроля как элемент комплексной системы мониторинга и контроля радиационного и химического загрязнения арктических морей // Арктика: экология и экономика. 2016. № 2 (22). С. 64-71.
2. Информационный материал сети интернет по вопросам предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций от 28.06.2019 // НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь. URL: https://mchs.gov.by/upload/iblock/bb3/nii_pb_i_chs_28_06_2019_converted.pdf: (дата обращения: 11.10.2020).
3. Наумов Л.А., Матвиенко Ю.В. Состояние и перспективы развития работ ИПМТ ДВО РАН по созданию подводных робототехнических средств // Технические проблемы освоения мирового океана. 2011. Т. 4. С. 4-16.
4. Гражданская оборона / Под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. — М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 377 с.
5. Большагин А.Ю., Вялышев А.И., Долгов А.А. О подходах по решению задач МЧС России в области обеспечения безопасности подводных потенциально опасных объектов // «Актуальные проблемы радиационной и химической защиты»: сборник трудов секции № 7 XXX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 19 марта 2020 года. ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. 2020. С. 19-26.
6. Бурдинский И.Н., Матвиенко Ю.В., Миронов А.С., Рылов Р.Н. О применении сложных сигналов в гидроакустических системах навигации и управления подводными роботами // Подводные исследования и робототехника. 2008. № 1(5). С. 39-46.
7. Иванов М.П., Бибииков Н.Г., Данилов Н.А., Соколов П.А., Романов Б.В., Красницкий Б.Ю., Стефанов В.Е. Сравнительная оценка эхолокационных и коммуникационных сигналов дельфинов // Ученые записки физического факультета Московского университета. 2020. № 1. С. 2010903.

8. Степанов Б.Г. Бионические акустические системы и устройства // Известия вузов России. Радиоэлектроника. 2016. В. 2. С. 98-105.
9. Пестерев И.С., Степанов Б.Г. Исследования широкополосной гидроакустической системы, способной имитировать сигналы китообразных // Технические проблемы освоения мирового океана. 2017. Т. 7. С. 449-454.
10. Liu S., Qiao G., Yu Y., Zhang L., Chen T. Biologically inspired covert underwater acoustic communication using high frequency dolphin clicks // Proceedings of the 2013 OCEANS, San Diego, CA, USA, 23–27 September 2013. Pp. 1-5. DOI: 10.23919/OCEANS.2013.6741138.
11. Liu S., Wang M., Ma T., Qiao G., Bilal M. Covert underwater communication by camouflaging sea piling sounds // Appl. Acoust. 2018. No. 142. Pp. 29–35. DOI: 10.1016/j.apacoust.2018.06.001.
12. Jia Y., Liu G., Zhang L. Bionic camouflage underwater acoustic communication based on sea lion sounds // Proceedings of the 2015 International Conference on Control, Automation and Information Sciences (ICCAIS), Changshu, China, 29–31 October 2015. Pp. 332–336. DOI: 10.1109/ICCAIS.2015.7338688.
13. Muhammad B., Songzuo L., Gang Q., Lei W., Yan T. Bionic Morse Coding Mimicking Humpback Whale Song for Covert Underwater Communication // Appl. Sci. 2020. No. 10. Pp. 186. DOI: 10.3390/app10010186.
14. Muhammad B., S. Liu, Gang Q., Waleed R., Habib Hussain Zuberi Novel concept of bionic Morse coding for mimicry covert underwater communication // 17th International Bhurban Conference on Applied Sciences and Technology (IBCAST). 2020. Pp. 601-605. DOI: 10.1109/IBCAST47879.2020.9044564.
15. Shinagawa Y., Kunii, T.L., Kergosien Y.L. Surface coding based on Morse theory // IEEE Comput. Graph. Appl. 1991. No. 11. Pp. 66–78. DOI: 10.1109/38.90568.
16. Марков А. М. «Поёт морзянка за стеной весёлым дискантом ...» — радиотехнические виды спорта // Вестник Псковского государственного университета. Серия «Технические науки». 2019. № 10. С. 63-76.