

УДК 681.883

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОГИДРАКУСТИЧЕСКИХ БУЕВ В РЫБОЛОВНОМ ФЛОТЕ

Саранча Аркадий Михайлович, Ямщиков Василий Александрович

Камчатский государственный технический университет

г. Петропавловск-Камчатский

В статье проведено исследование возможности использования радиогидроакустических буйев (РГБ), для обнаружения мест скопления минтая. Данный буй будет сбрасываться в воду с судна носителя, после чего, в течение небольшого промежутка времени он будет приводиться в рабочее положение. Для приема и передачи сигналов в верхней части РГБ будет установлен поплавок с приемником и передатчиком гидроакустических колебаний. Принятый сигнал будет ретранслироваться по УКВ-радиоканалу на судно носитель в виде частотно-модулированного сигнала.

Ключевые слова: Буй, судно, РГБ, обнаружение, сигнал, УКВ.

THE USE OF RADIOHYDROACOUSTIC FLOATS IN THE FISHING FLEET

Sarancha Arkadij Mihajlovich, Yamshchikov Vasilij Aleksandrovich

The article conducted a study of the possibility of using radio acoustic float (RSL) to detect Pollock aggregation sites. This float will be discharged into the water from the carrier vessel, after which, for a short period of time, it will be brought to the working position. For the reception and transmission of signals in the upper part of the RSL, a float with a receiver and transmitter of hydroacoustic oscillations will be installed. The received signal will be relayed over the VHF radio channel to the vessel carrier in the form of a frequency-modulated signal.

Keywords: float, vessel, RSL, detection, signal, VHF.

Поиск рыбы является первостепенной операцией для рыболовного флота. Оказать помощь в проведении поиска минтая и значительно облегчить данную задачу поможет применение радиогидроакустических буйев. При применении РГБ, нужно учитывать изменяющиеся в зависимости от времени суток и года, метеорологические и гидрологические условия. Учитывая это, становится понятно, что в разное время дня и года от скопления минтая можно получить различные показания эхограммы одного и того же радиогидроакустического буя.

На рисунке 1 показано, как выглядит процесс сближения судна с местом скопления минтая (а), показания эхограммы скопления (б), и то, как выглядит косяк на индикаторе с секторной разверткой (в).

В данной модели, РГБ индикатор связан с гирокомпасом, что значительно облегчает наблюдение за скоплением минтая при маневрировании судна.

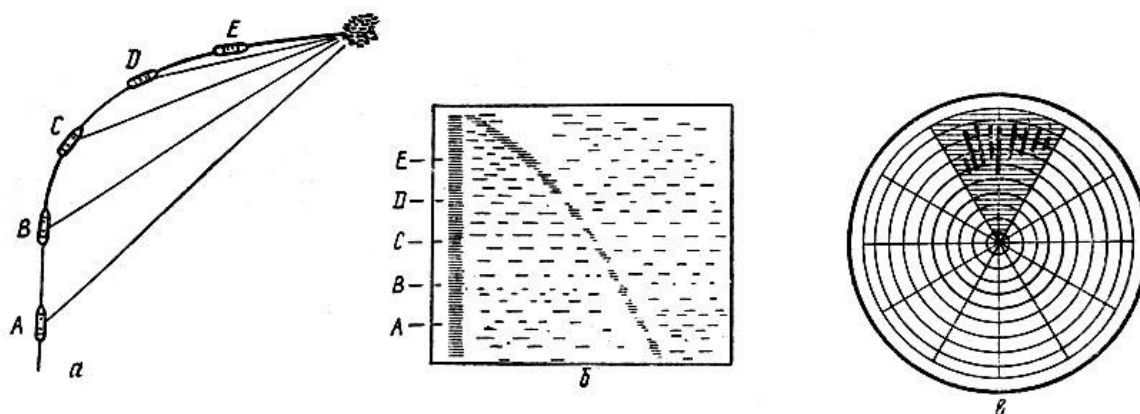


Рисунок 1. Сближение судна с местом скопления минтая.

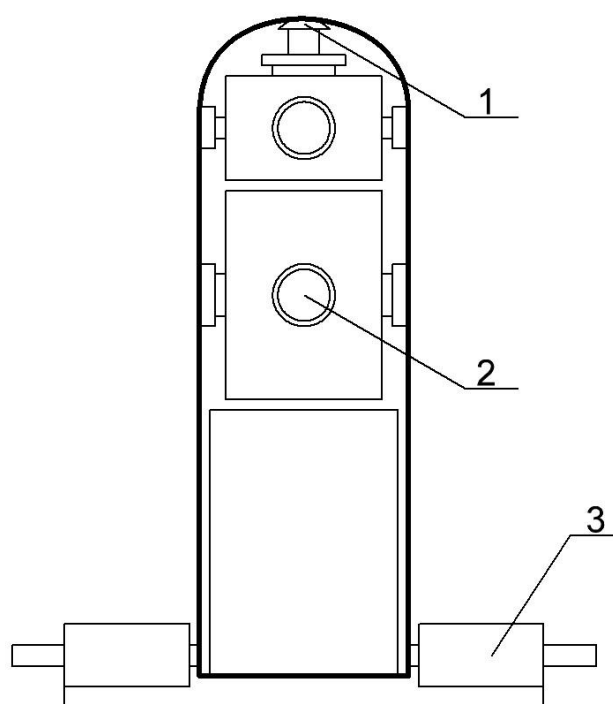


Рисунок 2. Внешний вид РГБ.

На рисунке 2 показан внешний вид радиогидроакустического буя. РГБ состоит из герметичного корпуса имеющего вид цилиндра и трех частей:

1. В верхней части расположены: поплавков с приемником и передатчиком гидроакустических колебаний (1), внутренние электронные модули регистрирующей аппаратуры.

2. В средней части расположены: два отверстия, в концах которых установлены концы поршней, состоящие их гидроцилиндров, содержащих поршни, пружины и винты для регулировки. В гидроцилиндрах (2) имеются сквозные отверстия, в которые заходит вода и попадает в предпоршневую область. Такая конструкция позволяет РГБ погружаться на глубину и всплывать за счет сил природной гравитации и давления воды, без использования заряда бортовой системы.

3. В нижней части содержится: балластный груз и дополнительный груз (3) присоединенный к бую с помощью гидростатических разъединителей.

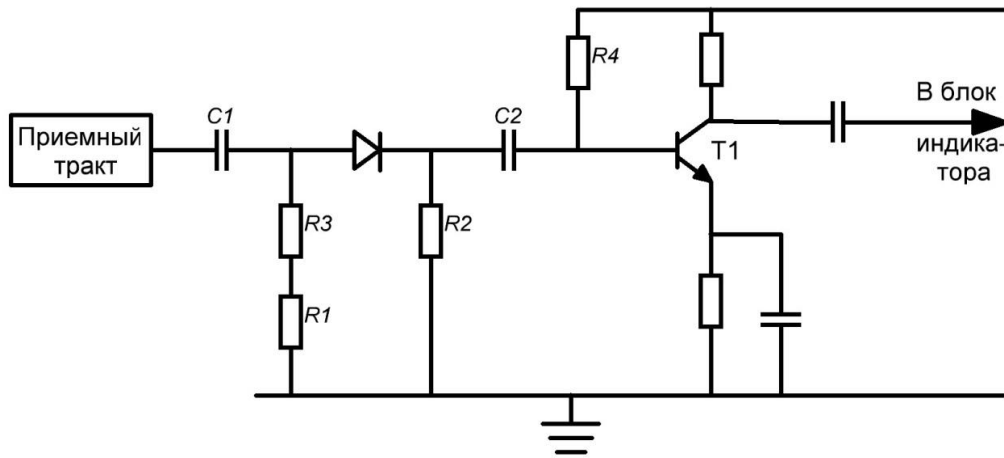


Рисунок 3. Структурная схема приемника РГБ.

На рисунке 3 показана структурная схема приемника РГБ [4,5], которая используется для отсеивания различных эхо-сигналов, исходящих от грунта и других отражающих поверхностей.

Во время вычислений мы будем пользоваться основным уравнением гидролокации [3], которое в логарифмической форме выглядит:

$$DL = SL - 2TL + TS - NL;$$

где: DL – уровень обнаружения сигнала (Дб), SL – уровень источника (Дб), TL – потери на распространение (Дб), TS – сила цели (Дб), NL – уровень шумовой помехи (Дб).

Первым пунктом определяем SL, для этого используем формулу:

$$SL = 10 \cdot \lg W + DI + 170,9 \frac{\text{Дб}}{\text{мкПа}};$$

В данной формуле DI – индекс направленности (Дб). Значение DI определяется физическими параметрами гидроакустической антенны и длиной волны которую она излучает. Формула выглядит:

$$DI = 10 \lg S - 20 \lg \lambda + 10,99$$

где S – площадь гидроакустической антенны, имеет значение равное 0,05 кв. м., λ – длина звуковой волны (м.), определяется по формуле $\lambda = \frac{1500}{F}$.

При средних значениях F = 1408 кГц (таблица 1):

$$\lambda = \frac{1500}{14090} = 0,106 \text{ м.}$$

$$DI = 10 \lg 0,05 - 20 \lg 0,106 + 10,99 = 17,43 \text{ Дб};$$

$$SL = 10 \lg(3000 * 0,5) + 17,43 + 170,9 = 220,09 \frac{\text{Дб}}{\text{мкПа}}.$$

где W – мощность источника, которая равна 3 кВт.

Таблица. 1. УКВ-радиоканалы.

№	Частота,	№	Частота,	№	Частота,	№	Частота,	№	Частота,
	МГц		МГц		МГц		МГц		
1	16,23	21	16,56	41	13,94	61	14,69	81	15,44
2	16,30	22	16,64	42	13,98	62	14,73	82	15,48
3	16,38	23	16,71	43	14,01	63	14,76	83	15,51
4	16,45	24	16,79	44	14,05	64	14,80	84	15,55
5	16,53	25	16,86	45	14,09	65	14,84	85	15,59
6	16,60	26	16,94	46	14,13	66	14,88	86	15,63
7	16,68	27	17,01	47	14,16	67	14,91	87	15,66
8	16,75	28	17,09	48	14,20	68	14,95	88	15,70
9	16,83	29	17,16	49	14,24	69	14,99	89	15,74
10	16,90	30	17,24	50	14,28	70	15,03	90	15,78
11	16,98	31	17,31	51	14,31	71	15,06	91	15,81
12	17,05	32	13,60	52	14,35	72	15,10	92	15,85
13	17,13	33	13,64	53	14,39	73	15,14	93	15,89
14	17,20	34	13,68	54	14,43	74	15,18	94	15,93
15	17,28	35	13,71	55	14,46	75	15,21	95	15,96
16	17,35	36	13,75	56	14,50	76	15,25	96	16,00
17	16,26	37	13,79	57	14,54	77	15,29	97	16,04
18	16,34	38	13,83	58	14,58	78	15,33	98	16,08
19	16,41	39	13,86	59	14,61	79	15,36	99	16,11
20	16,49	40	13,90	60	14,65	80	15,40		

Вторым пунктом определяем TS , для этого используем формулу:

$$TS = 10 \lg(I_0/I_{\Pi});$$

где I_0 и I_{Π} – обозначают интенсивность отраженного и интенсивность падающего сигналов, которые измеряются на расстоянии от объекта эхолокации. Так как интенсивность отраженного эхосигнала существенно зависит от свойств объекта (плотности, размеров), то для рыбы получаем эмпирические выражения. Самым часто используемым выражением TS является выражение для одиночного объекта. Значение силы цели для рыбы, размеры которой находятся в интервале $0,7 < L/\lambda < 90$, будет иметь вид:

$$TS = 19,1 \lg L - 0,9 \lg F + 10 \lg N - 62;$$

где, L – длина минтая, которая равна 45 см., F – частота сигнала.

При известной плотности скопления минтая (S) и объема скопления косяка (V), можно вычислить какое количество одиночных рыб будет в косяке (N). В данном случае общая TS косяка будет иметь вид:

$$TS = 19,1lgL - 0,9lgF + 10lgV + 10lgS - 62 \text{ дБ};$$

$$TS = 19,1lg45 - 0,9lg14090 + 10lg475600 + 10lg4,1 - 62 = 28,75 \text{ дБ};$$

Третьим пунктом определяем уровень шумовой помехи (NL) [2].

Интенсивность шумовой помехи, которая воспринимается гидроакустической аппаратурой, зависит от некоторых причин. Для того чтобы оценить влияние NL на работоспособность аппаратуры, следует оценить шумы от основных источников. Самые существенные из них – гидродинамические шумы, которые обуславливаются движением судна и гидрометеорологические факторы (шумы моря). Из всего вышесказанного получаем формулу:

$$NL = 30lgV + 9lgW - 20lgF + 23,46 \text{ дБ}$$

$$NL = 30lg6 + 9lg1220 - 20lg14,09 + 23,46 = 51,6 \text{ дБ}$$

где, V – скорость судна (узлов), W – водоизмещение (тонн), F – частота аппаратуры (МГц) [1].

Также стоит уточнить, что оценка шумовой помехи имеет общее выражение. Кроме того, используя различные углы приема и излучения радиогидроакустических приборов уровень NL будет различаться. Самый высокий уровень шума будет на кормовых углах.

В уравнениях, представленных выше мы вычислили помеху, создаваемую движением судна, теперь следует учесть помехи, создаваемые шумами моря (NL_M). Для проведения количественной оценки будем использовать формулу:

$$NL_M = 65,1 + 30lgV_B - 50,4lgF;$$

где, V_B – скорость ветра (м/с), F – рабочая частота (кГц).

При скорости ветра равной 12 (м/с) и частоте равной 14,09 (МГц), величина помехи моря составит:

$$NL_M = 65,1 + 30lg12 - 50,4lg14,09 = 40,03 \text{ дБ};$$

Тогда общий уровень помехи (NL_S) определяется по формуле:

$$NL_S = NL + \lg(1 + 10^{((NL-NL_M)/20)});$$

$$NL_S = 51,6 + \lg(1 + 10^{((51,6-40,03)/20)}) = 52,28 \text{ дБ};$$

Последним, четвертым пунктом, определяем уровень обнаружения сигнала (DL).

Уровень обнаружения сигнала (DL), также известный как «порог обнаружения», имеет зависимость от соотношения уровня сигнал/шум и располагается на входе системы приемник – индикатор – оператор.

Учитывая то, что при поиске рыбы в гидроакустике форма эхосигнала остается неизвестной, сведение расчетов порога обнаружения представлено в формуле:

$$DL = 5lgd + 5lg(\Delta F) - 5lgt;$$

где, d – коэффициент обнаружения, равный 4,96, ΔF – полоса пропускания (Гц), t – длительность эхосигнала (сек.).

При $t = 3$ мс, полоса пропускания $\Delta F = 0,333$ кГц = 333 Гц;

$$t = (3 * 3) * 10^{-3} = 0,009 \text{ с}$$

$$DL = 5lg4,96 + 5lg333 - 5lg0,009 = 26,32 \text{ Дб};$$

После проведенных вычислений характеристик радиогидроакустического бую, определим места сброса и количество используемых буюв, необходимых для выполнения поставленной перед нами задачи.

Наиболее подходящим начальным местом сброса радиогидроакустического бую будем считать Банку лебедя. Которая располагается по координатам $51^{\circ} 39' 48''$ N и $154^{\circ} 40' 57''$ E, и приведена на рисунке 4.

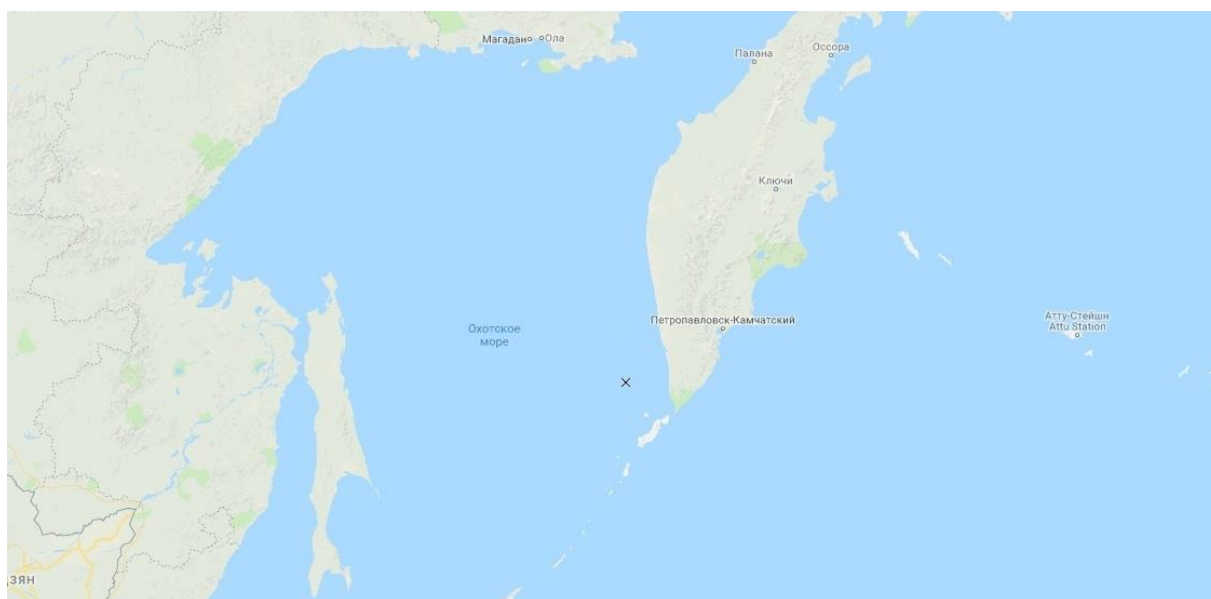


Рисунок 4. Место расположения Банки лебедя.

Следующими точками расположения РГБ будут (рисунок 5):

1. Для второго бую: $56^{\circ} 16' 18''$ N и $152^{\circ} 49' 52''$ E.
2. Для третьего бую: $58^{\circ} 13' 14''$ N и $155^{\circ} 4' 20''$ E.

Вывод. Радиогидроакустический буй станет отличным подспорьем в ловле минтая для рыболовного флота. Легкость развертки и быстрое приведение в рабочее положение, позволят в кратчайшие сроки приступить к ловле минтая, а отправка с целью установки единственного судна-носителя РГБ, позволит значительно сэкономить на топливе.

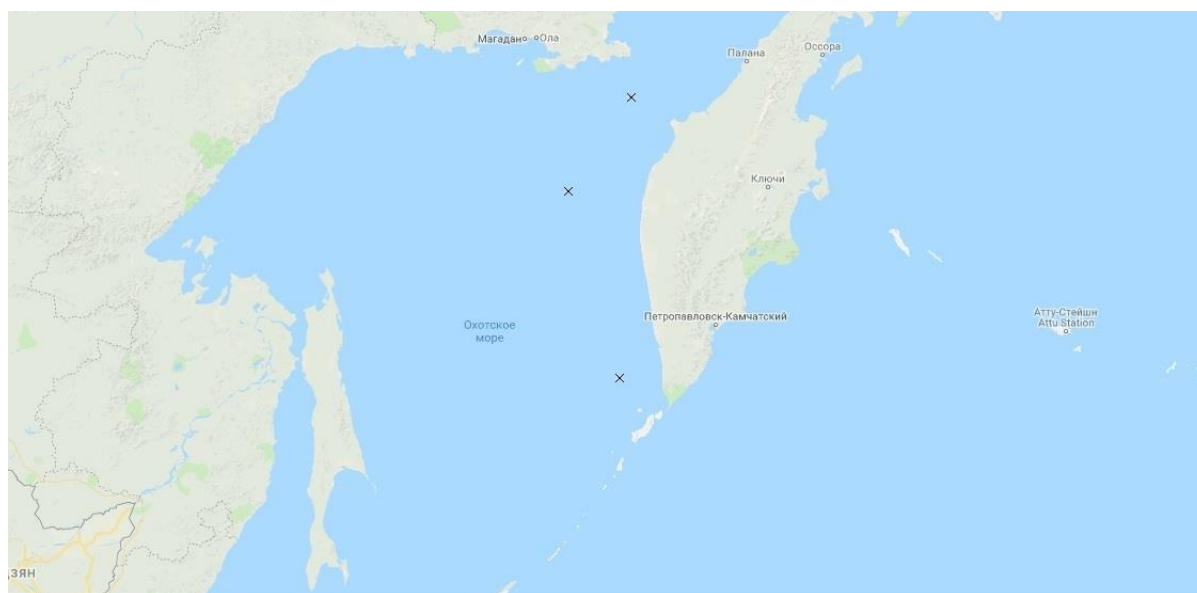


Рисунок 5. Расположение РГБ вдоль побережья Камчатки.

Список литературы

1. Флот рыбной промышленности: справочник. / В.А. Греков, Л.А. Канищева, И.А. Капралова, Г.Э. Кисин, Н.А. Кулакова, В.С. Леонов, Т.В. Реукова, Р.Е. Смирнова, И.С. Шашорина. – МОСКВА: Изд-во «ТРАНСПОРТ», 1990. – 384 с.
2. Романюк В.А. Основы радиосвязи: учеб. пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2009. – 288 с. (Высшее профессиональное образование. Основы наук).
3. Ширман Я.Д. Теоретические основы радиолокации. – М.: ЁЁ Медиа, 1970. – 280 с.
4. Радиоприемные устройства на полупроводниковых приборах. / Н.В. Бобров, Р.В. Коровин, Ю.Д. Крисиллов, В.К. Лабутин, Ю.Л. Симонов, Д.Н. Шапиро, И.Н. Юнденко. – МОСКВА: Изд-во «Советское радио», 1963. – 384 с.
5. Руменцев К.Е. Прием и обработка сигналов. – М.: АСАДЕМА, 2004. – 528 с.