

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

**В.М. Букатый**

## **ПОИСК ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА**

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение»  
очной формы обучения  
(2-е издание, переработанное и дополненное)



БГАРФ

Калининград  
Издательство БГАРФ  
2019

**УДК 639.2.081.7:681.883.41(07)**

**Поиск объектов промысла:** метод. указания по выполнению лабораторных работ для курсантов очной формы обучения / сост.: В.М. Букатый. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 36 с.

Методические указания по выполнению лабораторных работ составлены в соответствии с действующей программой дисциплины «Поиск объектов промысла», рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Судовождение» БГАРФ 13.03.2019 г., протокол № 10.

Предназначены для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение» очной формы обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

**Рецензент:** Бондарев В.А., д-р техн. наук, доцент,  
профессор кафедры судовождения  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»



БГАРФ

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2019



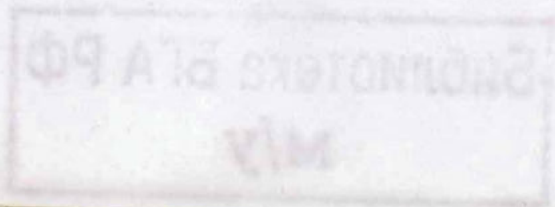
## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	4
<b>Лабораторная работа № 1 “Изучение влияния скорости судна и курсового угла объекта на количество эхоконтактов с ним в цикле обзора при последовательном обзоре рыболокатором горизонтального поиска</b> .....	6
1. Цель лабораторной работы .....	6
2. Теоретическое введение .....	6
3. Домашнее задание .....	9
4. Контрольные вопросы .....	10
5. Выполнение лабораторной работы .....	11
6. Обработка результатов измерений .....	13
7. Рекомендуемая литература.....	13
<b>Лабораторная работа № 2 “Измерение радиуса эквивалентной сферы косяка рыбы методом сравнения</b> .....	13
1. Цель лабораторной работы .....	13
2. Теоретическое введение .....	14
3. Домашнее задание .....	15
4. Контрольные вопросы .....	16
5. Выполнение лабораторной работы .....	16
6. Обработка результатов измерений .....	18
7. Рекомендуемая литература.....	19
<b>Лабораторная работа № 3 “Определение объемной плотности косяка рыбы”</b> .....	19
1. Цель лабораторной работы .....	19
2. Теоретическое введение .....	20
3. Домашнее задание .....	21
4. Контрольные вопросы .....	22
5. Выполнение лабораторной работы .....	22
6. Обработка результатов измерений .....	24
7. Рекомендуемая литература.....	26
<b>Лабораторная работа № 4 “Определение вертикальной и горизонтальной протяженностей и глубины погружения косяка рыбы”</b> .....	26
1. Цель лабораторной работы .....	26
2. Теоретическое введение .....	26
3. Домашнее задание .....	28
4. Контрольные вопросы .....	29
5. Выполнение лабораторной работы .....	29
6. Обработка результатов измерений .....	32
7. Рекомендуемая литература.....	32

<b>Лабораторная работа № 5 “Измерение скорости и направления движения косяка рыбы”</b> .....		32
1. Цель лабораторной работы .....		32
2. Теоретическое введение .....		33
3. Домашнее задание .....		33
4. Контрольные вопросы .....		34
5. Выполнение лабораторной работы .....		34
6. Обработка результатов измерений .....		36
7. Рекомендуемая литература .....		36



БГАРФ



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лабораторные работы по курсу "Поиск объектов промысла" рассчитаны на выполнение с применением компьютерных гидроакустических тренажеров "Сарган-Э" и "Сарган-Г", разработанных в 1994 году конструкторским бюро морской электроники "Вектор" (г. Таганрог) при методическом участии кафедры технических средств судовождения БГА РФ.

При условии, что обучаемые изучили работу рыболокаторов "Сарган-Э" и "Сарган-Г" и знакомы с использованием программных пакетов "Сарган-Э" и "Сарган-Г", каждая лабораторная работа рассчитана на выполнение в течение одного занятия (двух академических часов). Обработку результатов измерений и оформление отчета по лабораторной работе обучаемые выполняют во время самоподготовки (за счет времени, отводимого на самостоятельное изучение учебного материала по курсу).

До выполнения лабораторной работы обучаемые обязаны ознакомиться с сущностью задач лабораторной работы и методикой ее выполнения по разделу "Домашнее задание". По разделу "Контрольные вопросы" обучаемые обязаны проверить свою готовность к выполнению лабораторной работы. Литература, по которой курсант должен подготовиться к выполнению лабораторной работы, указана в списке литературы, приведенной в конце методических указаний к каждой лабораторной работе.

Отчет по предыдущей лабораторной работе курсанты обязаны сдать преподавателю в начале следующей лабораторной работы.

Отчет по лабораторной работе рекомендуется оформлять на сброшюрованных листках ученической тетрадки или на листах писчей бумаги. На титульном листе отчета вверху, как принято, указывается название учебного заведения и название кафедры. Посередине указывается № и тема лабораторной работы, название дисциплины. Внизу титульного листа пишутся сведения об исполнителе (фамилия курсанта, учебная группа, подпись), должность и фамилия преподавателя. В самом низу титульного листа ставится название города и год.

Текст отчета можно писать от руки, печатать на пишущей машинке или же набирать на компьютере. При ручном написании пользоваться чернилами (пастой) черного, синего или фиолетового цвета. Почерк должен быть разборчивый, аккуратный. Соблюдение грамматики русского языка - обязательно! Недопустимо зачеркивание неудачных слов и фраз, вставки текста между строками и на полях. Ошибочные записи устраняются либо аккуратными подчистками, либо с помощью корректорской краски. Заголовки в тексте должны выделяться отступлениями от текста на два межстрочных интервала. Точки в конце заголовков не ставить! Перенос слов в заголовках не-

допустим! Формулы в тексте помещаются отдельными строками посередине строки. При необходимости ссылок на формулы в тексте отчета формулы нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках. Номер ставится на правом краю строки с формулой. Как оформить ссылку на формулу или иллюстрацию в тексте отчета, можно увидеть в настоящем пособии, например уже на с. 8. При наборе текста на ПЭВМ пользоваться редактором формул.

Иллюстрации (рисунки, графики) выполняются на отдельных листах теми же чернилами или пастой, которыми написан текст отчета, и помещаются в тексте вслед за листом, на котором впервые упоминается об иллюстрации. Каждая иллюстрация должна иметь порядковый номер и содержательное название (см. с. 8).

Таблицы, помещенные в текст отчета, должны иметь порядковые номера и содержательные заголовки. Как правильно оформить таблицу, также можно увидеть в данном пособии (см. с. 10, 11 и др.).

В тексте отчета обязательны ссылки на заимствования (формул, цифровых данных и другого материала) из учебной литературы, справочников, нормативной документации. Ссылка на заимствованный материал делается указанием в квадратных скобках номера источника в списке использованной литературы (см. пример на с. 14).

Отчет должен содержать разделы:

1. Теоретическое введение.

В теоретическом введении описывается суть задач лабораторной работы и из него должна следовать цель лабораторной работы.

2. Результаты измерений.

Во втором разделе излагается ход выполнения лабораторной работы, приводятся таблицы измеренных значений исходных величин.

3. Обработка результатов измерений.

В этом разделе приводятся расчеты, таблицы искомых значений величин, графики зависимостей.

4. Заключение.

В заключении подводятся итоги выполнения работы, делаются выводы по подтверждению теоретических положений экспериментальными данными.

При выполнении расчетов необходимо записать расчетное соотношение, подставить численные значения входящих в него величин (при том в том же порядке, в котором эти величины стоят в расчетном выражении), произвести промежуточные вычисления и записать результат. Величины при промежуточных вычислениях можно выражать в любой системе единиц (разумеется, только в одной и той же!), но конечный результат обязательно должен быть приведен к системе единиц СИ. Например:

$$\gamma = \frac{4\pi S}{\lambda^2} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 100 \text{см}^2}{(10 \text{см})^2} = 12,6$$

При вычислениях обращать внимание на точность вычислений (на количество значащих цифр после запятой). Инженерные расчеты производятся обычно с точностью 2%. Исходя из этого, и следует брать значащие цифры. То, что мы записали значение  $\gamma$  с точностью до десятых долей, вместо "точного" значения 12,56, т. е. при округлении увеличили значение  $\gamma$  на 0,04, как раз и говорит о том, что относительная погрешность принятого нами значения  $\gamma$  составит не более 2% ( $0,04/12,56 \approx 0,3\%$ ). Но, если бы мы вместо значения 12,56 взяли бы для  $\gamma$  значение 13 (округлили бы до целых единиц, увеличив значение  $\gamma$  на 0,44), то допустили бы погрешность, превышающую 2% ( $0,44/12,56 \approx 3\%$ ).

Защита отчета по лабораторной работе проводится в форме собеседования. На собеседовании по отчету обучаемый обязан продемонстрировать понимание существа задач лабораторной работы, ориентироваться в теории вопросов, затрагиваемых в лабораторной работе, правильно интерпретировать достигнутые результаты.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

### “ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ СУДНА И КУРСОВОГО УГЛА ОБЪЕКТА НА КОЛИЧЕСТВО ЭХОКОНТАКТОВ С НИМ В ЦИКЛЕ ОБЗОРА ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ОБЗОРЕ ВОДНОГО ПРОСТРАНСТВА РЫБОЛОКАТОРОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПОИСКА”

#### 1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы заключается в закреплении теоретических знаний по сущности последовательного обзора водного пространства рыболокатором горизонтального поиска и подготовке к выполнению курсовой работы по курсу “Поиск объектов промысла”.

#### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

У рыболокаторов горизонтального поиска с последовательным обзором водного пространства (рыболокаторы прожекторного типа)

обзор осуществляется за счет эхозондирования водного пространства при небольшом угле наклона акустической оси антенны и одновременном медленном развороте антенны в плоскости обзора. При этом, во избежание пропусков эхосигналов, антенна должна разворачиваться так медленно, чтобы за промежуток времени, равный временному запаздыванию эхосигнала, угол разворота ее не превысил ширины диаграммы направленности антенны. Удовлетворение такому условию требует, чтобы скорость  $\omega$  разворота антенны не превышала значения

$$\omega \leq \frac{\theta_{0,7}}{t_3} = \frac{c_* \theta_{0,7}}{2r}, \quad (1)$$

где  $\theta_{0,7}$  - ширина диаграммы направленности на уровне 0,7 по давлению;  
 $c_*$  - расчетное значение скорости звука в морской воде (для рыболокатора "Сарган-Г"  
 $c_* = 1500$  м/с);  
 $t_3$  - временное запаздывание эхосигнала;  
 $r$  - наклонное расстояние до объекта.

Как видно из выражения (1), для каждого расстояния  $r$  до объекта потребовалась бы своя допустимая скорость разворота антенны. Понятно, что реализовать условие (1) на практике невозможно хотя бы уже по той причине, что наперед неизвестно расстояние до объекта. Поэтому в реальности расчет скорости разворота антенны ведут не по расстоянию до объекта (не по временному запаздыванию эхосигнала), а исходя из условия, чтобы между посылками зондирующих импульсов (за цикл эхозондирования) антенна развернулась на угол, не превышающий ширины диаграммы направленности. Удовлетворение такому условию трансформирует выражение (1) в следующее выражение:

$$\omega \leq \theta_{0,7} F_{\text{пос}} = \frac{\theta_{0,7} c_*}{2D}, \quad (2)$$

в котором  $F_{\text{пос}}$  частота посылок зондирующих импульсов;  
 $D$  - диапазон работы рыболокатора.

$$F_{\text{пос}} = \frac{c_*}{2D}, \quad (3)$$

т. е. в (2) предполагается, что используется предельно допустимое (максимально возможное) для данного диапазона число посылок. Но даже и при соблюдении последнего условия невозможно обеспечить уверенный прием эхосигналов из всего сектора обзора, так как имеется существенная разница в размерах облученной площади и площади, охватываемой перемещающейся диаграммой направленности. Зона



уверенного приема эхосигналов, как видно из рис. 1, а, занимает относительно малую долю облученного сектора, по ширине равного ширине диаграммы направленности антенны. Для обеспечения приема хотя бы одного эхосигнала от объекта, находящегося в секторе шириной  $\theta_{0,7}$ , скорость разворота антенны необходимо уменьшить. Если уменьшить скорость разворота в два раза, то площадь зон уверенного приема эхосигналов существенно возрастет, как это видно из рис. 1, б. Однако и в этом случае еще не из всего облученного сектора возможен прием даже и одного эхосигнала. Но теория обнаружения сигналов на фоне помех говорит о том, что одного эхосигнала далеко недостаточно, чтобы лишь по нему судить об обнаружении объекта. Таким образом, для обеспечения приема нескольких идущих друг за другом эхосигналов от объекта, скорость разворота антенны должна быть еще меньше. Из графических построений, подобных рис. 1, можно заключить, что для приема  $m$  последовательно идущих эхосигналов от объекта, находящегося в секторе шириной  $\theta_{0,7}$ , скорость разворота антенны, которая дается выражением (2), необходимо уменьшить в  $m+1$  раз.

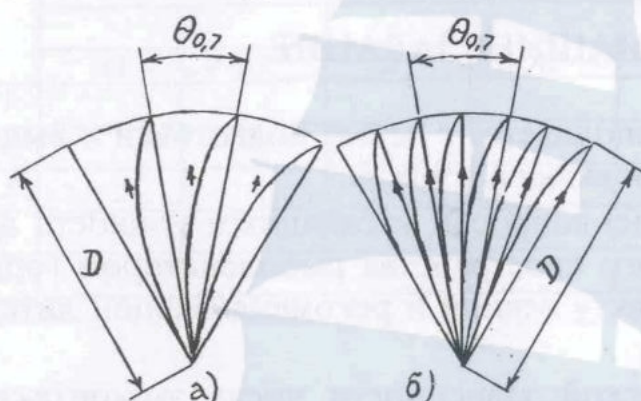


Рис. 1. Зоны уверенного приема эхосигналов при последовательном обзоре

приема эхосигналов существенно возрастет, как это видно из рис. 1, б. Однако и в этом случае еще не из всего облученного сектора возможен прием даже и одного эхосигнала. Но теория обнаружения сигналов на фоне помех говорит о том, что одного эхосигнала далеко недостаточно, чтобы лишь по нему судить об обнаружении объекта. Таким образом, для обеспечения приема нескольких

идущих друг за другом эхосигналов от объекта, скорость разворота антенны должна быть еще меньше. Из графических построений, подобных рис. 1, можно заключить, что для приема  $m$  последовательно идущих эхосигналов от объекта, находящегося в секторе шириной  $\theta_{0,7}$ , скорость разворота антенны, которая дается выражением (2), необходимо уменьшить в  $m+1$  раз.

$$\omega = \frac{\theta_{0,7} F_{\text{нос}}}{m+1} \quad (4)$$

Из формулы (4) следует, что число эхоконтактов с объектом, находящимся от судна на расстоянии, равном диапазону, будет

$$m = \frac{\theta_{0,7} F_{\text{нос}}}{\omega} - 1 \quad (5)$$

При этом формула (5) не учитывает, конечно, размеров объекта, т. е. считается, что речь идет об объекте малых размеров (точечном).

У рыболокатора "Сарган-Г", как известно, можно использовать скорость разворота антенны либо 1 град/с (автоматический поиск А1), либо 3 град/с (автоматический поиск А2). Задача заключается в том, чтобы определить число эхоконтактов с объектом, находящимся на дистанции 1200 м от судна и сравнить его с числом эхоконтактов, даваемых формулой (5). Однако формула (5) не учитывает движения



Таблица 2

Число эхоконтактов на курсовом угле объекта  $45^{\circ}$

№ изм	Скорость судна							
	0		5 уз		10 уз		15 уз	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
1								
2								
3								
ср								
(5)								

Таблица 3

Число эхоконтактов на курсовом угле объекта  $90^{\circ}$

№ изм	Скорость судна							
	0		5 уз		10 уз		15 уз	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
1								
2								
3								
ср.								
(5)								

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заключается сущность последовательного обзора водного пространства рыболокатором горизонтального поиска?

2. Какое условие должно быть соблюдено при последовательном обзоре для того, чтобы происходили эхоконтакты с объектом?

3. Что такое динамическое сужение диаграммы направленности антенны при последовательном обзоре?

4. Почему одного эхоконтакта недостаточно для вынесения решения об обнаружении объекта?

5. По какой формуле находится число эхоконтактов с объектом?

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Для выполнения лабораторной работы включите ПЭВМ. Вызовите библиотеку файлов операционной системы DOS. Вставьте выданную Вам преподавателем дискету в гнездо дисковода. Активизируйте файл SONAR и нажмите клавишу Enter. Активизируйте запускающий файл sonar.exe и опять нажмите клавишу Enter. После того, как на экране монитора появится титульная заставка с изображением прибора 4-1 рыболокатора "Сарган-Г", снова нажмите клавишу Enter. На экране монитора появится входное меню с номерами сценариев.

Запустите сценарий, который Вам укажет преподаватель, нажав на соответствующую его номеру цифровую клавишу и клавишу Enter.

После запуска сценария на экране монитора появится изображение экрана электронного индикатора с обзорной разверткой и таблица с органами управления рыболокатором.

Приступайте к установке органов управления рыболокатором в нужные положения. Коммутация органов управления осуществляется путем наведения рамочного курсора (красная рамка) на нужный орган управления с помощью клавиш  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле клавиатуры и нажатием на функциональную клавишу F4, после которого внизу таблицы появится изображение вызываемого органа управления. Для перекоммутации кнопочного органа управления необходимо нажать на цифровую клавишу на основном поле, соответствующую нужной кнопке, и затем нажать на клавишу Esc. Для перекоммутации органа управления в виде поворачивающейся ручки, после его вызова, "поворот" необходимо делать с помощью уже упомянутых клавиш  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле. Задайте мощность - 1, длительность - 30 мс, диапазон 1200 м, режим - горизонтального поиска, поиск - ручной, развертка - обзорная линейная, усиление ИЭ - 5-6, частота  $f_1$ , индикация - на электронный индикатор, ослабление - 20 дБ. Остальные органы управления могут находиться в произвольных положениях. Для перехода к перекоммутации следующего органа управления нажимайте на клавишу Esc. Для возвращения к наблюдению за экраном электронного индикатора после перекоммутации органов управления дважды нажимайте на клавишу Esc.

Бисектрису сектора поиска установите в диаметральной плоскости судна. Для этого сначала одновременным нажатием на клавиши Shift и < сведите стрелки-указатели сектора поиска вместе. После этого нажатием на клавишу < или клавишу > установите стрелки по курсовому углу  $0^\circ$ . Затем одновременным нажатием на клавиши Shift и > по указателю углов разворота антенны задайте сектор поиска градусов по 30-40 на каждый борт.

По указателю углов наклона антенны установите угол наклона  $5-6^\circ$  (клавишами  $\downarrow$ ,  $\uparrow$  на среднем поле клавиатуры). Опять нажмите функциональную клавишу F1. Наведите курсор в таблице с органами управления на переключатель "Поиск". Нажатием на функциональную клавишу F4 вызовите переключатель "Поиск" и включите сначала автоматический разворот антенны A1.

Выходите на косяк. Исходные направления на косяк, дистанцию до него и координаты косяка Вам сообщит преподаватель. Для выхода на косяк\* последовательно нажмите на функциональные клавиши F1, а потом F5. Внизу экрана появятся подсказки о положении судна в районе поиска и другая информация в том числе о скорости, курсе и координатах местоположения судна. Задайте курс движения судна с таким расчетом, чтобы двигаться на косяк. Если косяк находится далеко от судна, скорость судна установите максимальную 18,5 уз (клавишами  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  на правом поле клавиатуры) и сближайтесь с косяком. Когда появятся эхосигналы от косяка внизу экрана индикатора, остановите судно.

Приступайте к измерению числа эхоконтактов на стопе - сначала при скорости разворота 1 град/с (A1), а затем при скорости 3 град/с (A2). Запишите результаты в заготовленную таблицу (табл. 1). Сделайте по три измерения для каждой из скоростей разворота антенны.

Затем то же самое сделайте для скорости судна 5 уз, 10 уз и 15 уз и занесите результаты в табл. 1, всякий раз проводя измерения на дистанции около 1000 м от косяка.

Отойдите от косяка на расстояние около 1000 м и разверните судно так, чтобы курсовой угол косяка составил  $45^\circ$ . Застопорьте ход судна. Перейдите на ручное управление антенной. Задайте биссектрису сектора поиска по курсовому углу косяка (также, как это делалось при установке биссектрисы в диаметральной плоскости судна). Снова перейдите на автоматический разворот антенны. Сделайте серии измерений числа эхоконтактов для скоростей хода 5 уз, 10 уз и 15 уз для режима разворота антенны A1, а затем для режима разворота A2. Занесите результаты в табл. 2.

Снова отойдите от косяка на расстояние около 1000 м и разверните судно так, чтобы курсовой угол косяка составил  $90^\circ$ . Застопорьте ход судна. Перейдите на ручное управление антенной. Задайте биссектрису сектора поиска по курсовому углу косяка. Снова перейдите на автоматический разворот антенны. Сделайте серии измерений числа эхоконтактов для скоростей хода 5 уз, 10 уз и 15 уз для режима разворота антенны A1, а затем для режима разворота A2. Занесите результаты в табл. 3.

\* В сценарии, как и в теории, смоделирован косяк малых размеров, который можно принять за точечный объект

Возвратитесь к исходной позиции на экране монитора (через клавишу Esc) - изображение экрана электронного индикатора и указателей углов наклона и курсовых углов антенны. Выйдите из программного пакета - нажмите одновременно клавиши Ctrl и End. Работа завершена.

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Осредните значения числа эхоконтактов в табл. 1-3. По формуле (5) вычислите значения числа эхоконтактов и также занесите их в строки (5) в табл. 1-3. Сравните измеренные и вычисленные значения числа эхоконтактов. Сделайте выводы.

Постройте графические зависимости числа эхоконтактов от скорости судна и от курсового угла объекта. Проанализируйте эти зависимости и также сделайте выводы.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кобяков Ю. С., Кудрявцев Н. Н., Тимошенко В. И. Конструирование гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры. - Л.: Судостроение, 1986. - 272 с.
2. Руководство по использованию компьютерных гидроакустических тренажеров САРГАН-ГМ и САРГАН-ЭМ. - Калининград: БГА РФ, 1994. - 30 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### “ИЗМЕРЕНИЕ РАДИУСА ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СФЕРЫ КОСЯКА РЫБЫ МЕТОДОМ СРАВНЕНИЯ”

#### 1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы заключается в закреплении теоретических знаний по рассеянию звуковых сигналов объектами морского промысла путем моделирования эксперимента по измерению радиуса эквивалентной сферы косяка рыбы с помощью программного пакета “Сарган-Э”.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Как известно [ 1 ]\*, для экспериментального определения радиуса эквивалентной сферы косяка рыбы методом сравнения необходимо получить эхосигналы от косяка рыбы и от эталонного объекта, радиус эквивалентной сферы которого известен. Тогда, измерив напряжение  $U_k$  эхосигнала от косяка и напряжение  $U_3$  от эталонного объекта, радиус эквивалентной сферы косяка  $R_k$  можем вычислить по формуле:

$$R_k = R_3 \frac{U_k}{U_3} \left( \frac{h_k}{h_3} \right)^2 10^{0,1\beta(h_k - h_3)}, \quad (1)$$

в которой  $R_3$  - радиус эквивалентной сферы эталонного объекта,  $h_k$  и  $h_3$  - глубины до косяка и до эталонного объекта,  $\beta$  - коэффициент затухания звуковых волн в море.

При этом формула ( 1 ) получена в предположении, что коэффициент усиления усилительного тракта рыболокатора не изменялся в процессе измерений.

На самом же деле в усилительных трактах рыболокаторов действуют схемы ВАРУ, повышающие коэффициент усиления со временем от некоторого минимального значения в момент посылки зондирующего сигнала до некоторого максимального значения. Это означает, что если глубины нахождения косяка и эталонного объекта неодинаковы, то коэффициенты усиления для эхосигналов от косяка и от эталонного объекта будут различными.

В программном пакете "Сарган-Э" заложено действие ВАРУ по закону  $20lgh$ . Поэтому, чтобы компенсировать неравенство коэффициентов усиления при измерении напряжений эхосигналов, формулу ( 1 ) необходимо дополнить сомножителем  $20lgh_k/20lgh_3$ .

$$R_k = R_3 \frac{U_k}{U_3} \left( \frac{h_k}{h_3} \right)^2 \frac{\lg h_k}{\lg h_3} 10^{0,1\beta(h_k - h_3)} \quad (2)$$

При производстве измерений мы будем измерять не напряжения эхосигналов, а размах отметок на экране электронного индикатора при линейной развертке. Но так как размах отметки равен чувствительности электронного индикатора, умноженному на напря-

\* Так в тексте технического документа принято ссылаться на литературный источник, из которого делалось заимствование материала (цифра в квадратных скобках означает номер источника в списке использованной литературы - использованной автором в данной работе, но вовсе не любой, имеющей отношение к обсуждаемому вопросу)

жение эхосигнала, т. е. прямо пропорционален напряжению, то вместо напряжений в формулу (2) мы можем подставить размахи  $A_k$  и  $A_3$  отметок эхосигналов от косяка и от эталонного объекта соответственно.

$$R_k = R_3 \frac{A_k}{A_3} \left( \frac{h_k}{h_3} \right)^2 \frac{\lg h_k}{\lg h_3} 10^{0,1\beta(h_k - h_3)} \quad (3)$$

Формула (3) и будет являться расчетной формулой в лабораторной работе.

### 3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Домашнее задание выполняется с целью подготовки к выполнению лабораторной работы и включает в себя:

- изучение (повторение) вопросов рассеяния звуковых волн подводными объектами - рыбами и рыбными косяками (по конспекту лекций и рекомендованной литературе);
- изучение (повторение) вопросов, касающихся эксплуатационно-технических характеристик рыболокатора "Сарган-Э" и назначения органов управления рыболокатором (по учебно-методическому пособию "Сарган-Э");
- ознакомление с программным пакетом "Сарган-Э" и методикой его использования (см. рекомендуемую литературу);
- заготовку бланка таблицы для занесения измеренных значений величин при выполнении лабораторной работы:

Таблица

Размахи отметок от косяков рыбы

№ ИЗМ	Эталон $\tau = 10 \text{ мс}, f_1 = 20 \text{ кГц}$ $h = 40 \text{ м}, R_3 = 0,1 \text{ м}$  ОСЛ = 60	Косяк $f_1 = 20 \text{ кГц}, h = 192 \text{ м}$		
		$\tau = 1 \text{ мс},$ ОСЛ = 40	$\tau = 3 \text{ мс},$ ОСЛ = 40	$\tau = 10 \text{ мс},$ ОСЛ = 50
1	2,3	40	8,5	3,2
2	2,0	42	13,0	2,7
3	2,3	15,3	2,2	12,5
4	3,2	4,3	12,5	3,0
5	3,5	4,9	152,6	3,1
6	1,4	4,8	127,4	2,9



7			85	388
8			126	37
9			1318	30
ср.			215	20
ср. отк.	3,2	2,1	2,5	33

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется акустическим поперечным сечением рассеяния объекта в рыболокации?
2. Чему равно акустическое поперечное сечение рассеяния акустически жесткой сферы большого волнового размера?
3. Откуда произошел термин "радиус эквивалентной сферы объекта"?
4. Чему равны радиусы эквивалентных сфер стандартной рыбы и стандартного косяка?
5. Какие параметры косяка и какие технические характеристики рыболокатора влияют на радиус эквивалентной сферы косяка?
6. Почему радиус эквивалентной сферы протяженного косяка зависит от длительности зондирующего импульса, ширины диаграммы направленности антенны, глубины моря?
7. Как на практике определяют радиус эквивалентной сферы объекта локаций?

#### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Включите ПЭВМ. Вызовите библиотеку файлов операционной системы DOS. Активизируйте файл **SONAR** и нажмите клавишу Enter. Вставьте дискету, которую Вам предложит преподаватель, в цель дисковода. Активизируйте запускающий файл **sonar.exe** и опять нажмите клавишу Enter. После того, как на экране монитора появится титульная заставка с изображением прибора 4-1 рыболокатора "Сарган-Г", снова нажмите клавишу Enter. На экране монитора появится входное меню с номерами сценариев.

Запустите свой сценарий, нажав на цифровую клавишу клавиатуры ПЭВМ, соответствующую номеру сценария, который Вам укажет преподаватель.

После запуска сценария на экране монитора появится изображение экрана электронного индикатора с обзорной разверткой и будут видны нулевые отметки.

Приступайте к установке органов управления рыболокатором в нужные положения, а именно: мощность - 1, длительность - 1 мс, диа-

пазон 300 м, режим - поисковый, развертка - обзорная линейная, режим поиска - вертикальный, усиление ИЭ - 5-6, частота  $f_1$ , индикация - совместная ( $\Sigma$ ), ослабление - 20 дБ. Остальные органы управления могут находиться в произвольных положениях. Коммутация органов управления осуществляется путем вызова таблицы с органами управления с помощью функциональной клавиши F1 на основном поле клавиатуры, наведением рамочного курсора (красная рамка) на нужный орган управления с помощью клавиш  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле клавиатуры и нажатием на функциональную клавишу F4, после которого внизу таблицы появится изображение вызываемого органа управления. Для перекоммутации кнопочного органа управления необходимо нажать на цифровую клавишу на основном поле, соответствующую нужной кнопке, и затем нажать на клавишу Esc. Для перекоммутации органа управления в виде поворачивающейся ручки, после его вызова, "поворот" необходимо делать с помощью уже упомянутых клавиш  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле. Для возвращения к наблюдению за экраном электронного индикатора после перекоммутации органов управления дважды нажимайте на клавишу Esc.

Запишите координаты эталонного объекта и косяка, которые сообщит Вам преподаватель. Эталонный объект при длительности зондирующего импульса 1 мс и на частоте 20 кГц имеет радиус эквивалентной сферы 0,1 м.

Выходите сначала на эталонный объект. Для этого последовательно нажмите на функциональные клавиши F1, а потом F5. Внизу экрана появятся подсказки о положении судна в районе поиска и другая информация в том числе о скорости, курсе и координатах местоположения судна. Задайте курс движения судна с таким расчетом, чтобы двигаться на косяк № 1 (клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на правом поле клавиатуры). Если косяк находится далеко от судна, скорость судна установите максимальную 18, 5 уз (клавишами  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  на правом поле клавиатуры). Сблизившись с косяком метров на 100-200 (ориентируясь по текущим координатам судна и записанным координатам эталонного объекта), сбавьте ход судна узлов до 4-х, после чего переходите на сближение объектом по параллели или по меридиану. Выйдя на меридиан или на параллель объекта с точностью  $\pm 5$  м, застопорьте судно. Разверните судно так, чтобы двигаться в перпендикулярном направлении в сторону косяка. Опять дайте ход узла 4 и, достигнув с той же точностью параллели или меридиана объекта, остановите судно.

Приступайте к измерению размаха эхосигналов от эталонного объекта. Если размах отметки вам представляется недостаточным (малым) или, наоборот, он слишком велик, так что отметка выходит за пределы экрана, подрегулируйте усиление ИЭ или смените ослабление. Размах отметки измеряйте линейкой с миллиметровыми деления-

ми. Ставьте нулевое деление линейки на развертку и делайте отсчет полуразмаха по одному краю отметки. Запишите полуразмахи (можете их удвоить - будут размахи) в заготовленную таблицу. Сделайте 9 отсчетов размахов случайно подвернувшихся вам отметок, ни в коем случае не пытайтесь выбирать отметки с максимальными или минимальными размахами. Отсчитайте по шкале самописца глубину до эталонного объекта (для вызова изображения эхограммы самописца нажмите на клавишу Tab). Запишите отсчитанную глубину в таблицу.

Точно таким же образом по текущим координатам судна и записанным координатам косяков выходите на косяк №1. Отсчитайте глубину до косяка № 1 и занесите ее в таблицу. Сделайте 9 отсчетов размахов отметок эхосигналов от косяка № 1 при длительности импульса 1 мс. Если отметка от косяка окажется слишком большой (скорее всего так и случится у вас), то усиление ИЭ не трогайте, но добавьте ослабление и зафиксируйте его значение в таблице измерений. Затем установите последовательно длительность импульса 3 мс и 10 мс и запишите в таблицу по 9 измеренных размахов отметок эхосигналов от косяка. Если ослабление изменялось (добавлялось), то это также должно быть зафиксировано в соответствующем столбце таблицы. То же самое сделайте для косяков № 2 и № 3, не забывая о необходимости отсчитать глубины их погружения и занести их в таблицу измеренных значений.

Возвратитесь к исходной позиции на экране монитора (через клавишу Esc) - изображение экрана электронного индикатора и указателей углов наклона и курсовых углов антенны. Выйдите из программного пакета - нажмите одновременно клавиши Ctrl и End. Работа завершена.

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В таблице измеренных значений размахов отметок вычислите средние значения размахов. В последнюю строку этой таблицы занесите средние откорректированные на изменение ослабления значения размахов отметок (ср. отк.). Все средние значения размахов отметок должны быть приведены к ослаблению, при котором производились измерения размахов для эталона (скорее всего это будет ослабление 20 дБ). При этом необходимо иметь в виду, что каждая ступень ослабления 10 дБ равносильна ослаблению размаха в 3, 2 раза. Это означает, например, что если при  $\tau = 10$  мс размах косяка измерялся при ослаблении 50 дБ, а для эталона измерения проводились при ослаблении 20 дБ, то размах отметки от косяка необходимо увеличить на 30 дБ, т. е. без малого в 32 раза ( $10^{1.5}$ ).

Далее по откорректированным средним размахам по формуле (3) следует вычислить радиусы эквивалентных сфер косяка для различных длительностей зондирующих импульсов. При этом коэффициент затухания  $\beta$  необходимо находить по формуле:

$$\beta = 0,036f^{3/2},$$

в которой коэффициент затухания будет в дБ/см, если частоту брать в кГц.

Так как известно, что радиус эквивалентной сферы косяка рыбы пропорционален корню квадратному из длительности зондирующего импульса, то далее следует найти радиусы эквивалентных сфер косяка для различных длительностей зондирующих импульсов согласно выражению:

$$R_k = R_{k1} \sqrt{\tau}, \quad (4)$$

где  $R_{k1}$  - радиус эквивалентной сферы косяка при  $\tau = 1$  мс.

По формуле (4) следует построить кривую (до длительности зондирующего импульса немногим более 10 мс), нанести на график значения радиуса эквивалентной сферы при длительностях зондирующего импульса 3 мс и 10 мс, и сделать заключение о подтверждении теории экспериментом.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Букатый В. М. Гидроакустические рыбопоисковые приборы. Курс лекций. Ч. 3. - Калининград: БГА РФ, 1995. - 102 с.
2. Руководство по использованию компьютерных гидроакустических тренажеров САРГАН-ГМ и САРГАН-ЭМ. - Калининград: БГА РФ, 1994. - 30 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### “ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСЯКА РЫБЫ”

#### 1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы заключается в закреплении теоретических знаний по рассеянию звуковых сигналов объектами морско-

го промысла путем моделирования эксперимента по определению объемной плотности косяка рыбы с помощью программного пакета "Сарган-Э".

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Объемной плотностью косяка в рыболокации принято называть количество рыб в единице объема воды. Объемная плотность косяка измеряется в экземплярах рыб на кубический метр (экз/м<sup>3</sup>).

От объемной плотности косяка зависит радиус эквивалентной сферы его. Чем выше объемная плотность, тем больше радиус эквивалентной сферы.

При условии, что рыбы в косяке распределены равномерно и что рассеяние зондирующего импульса косяком чисто некогерентное\*, радиус эквивалентной сферы косяка можно найти из следующего тривиального соотношения:

$$R_k = R_p \sqrt{\rho_v V}, \quad (1)$$

где  $R_p$  - радиус эквивалентной сферы отдельной рыбы;

$\rho_v$  - объемная плотность косяка;

$V$  - рассеивающий объем рыболокатора\*\*

При этом, как показывает обобщение результатов многочисленных измерений рассеяния звуковых волн одиночными рыбами, радиус эквивалентной сферы одиночной рыбы (в метрах) можно вычислить по эмпирической формуле

$$R_p = 0,134 \sqrt{L^{1,88} \lambda^{0,12}}, \quad (2)$$

где  $L$  - длина рыбы (м);

$\lambda$  - длина звуковой волны (м).

Полагая, что на средних дистанциях обнаружения ультразвуковой пучок можно принимать за конус с угловым раскрытием, равным ширине диаграммы направленности антенны на уровне -3 дБ (на

\* При некогерентном рассеянии (рэлеевском рассеянии) интенсивности отдельных рассеяний рыбами суммируются (энергетическое сложение волн)

\*\* Рассеивающий объем - это объем воды, из которого на антенну одновременно приходят отражения от отдельных рыб. Он определяется глубиной нахождения косяка, эффективной шириной ультразвукового пучка и длительностью зондирующего импульса.

уровне 0,707 по давлению или на уровне 0,5 по энергии), рассеивающий объем будем вычислять из выражения

$$V = h^2 \frac{c\tau}{2} \theta_{0,7}^2, \quad (3)$$

где  $h$  - глубина до рассеивающего объема;  
 $c$  - скорость звука в море;  
 $\tau$  - длительность зондирующего импульса;  
 $\theta_{0,7}$  - ширина диаграммы направленности антенны на уровне 0,707 по давлению.

Подставив теперь выражения (2) и (3) в выражение (1), получим:

$$R_k = 0,134h\theta_{0,7} \sqrt{\rho_v \frac{c\tau}{2} L^{1,88} \lambda^{0,12}}.$$

Отсюда, измерив  $R_k$  и зная  $h$ ,  $\theta_{0,7}$ ,  $\tau$ ,  $\lambda$  и длину рыб  $L$ , можем найти объемную плотность косяка.

$$\rho_v = \frac{R_k^2}{0,009h^2\theta_{0,7}^2 c\tau L^{1,88} \lambda^{0,12}}. \quad (4)$$

Полученное выражение является основой для выполнения лабораторной работы.

### 3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Домашнее задание выполняется с целью подготовки к выполнению лабораторной работы и включает в себя:

- изучение (повторение) вопросов рассеяния звуковых волн подводными объектами - рыбами и рыбными косяками (по конспекту лекций и рекомендованной литературе);
- изучение (повторение) вопросов, касающихся эксплуатационных характеристик рыболокатора "Сарган-Г" и назначения органов управления рыболокатором (по учебно-методическому пособию "Сарган-Г");
- ознакомление с программным пакетом "Сарган-Г" и методикой его использования (см. рекомендуемую литературу);
- заготовку бланка таблицы для занесения измеренных значений величин при выполнении лабораторной работы;

## Размахи отметок от косяков рыбы

№	Эталонный объект	Косяк № 1	Косяк № 2	Косяк № 3
	$R_0 = 0,1 \text{ м}$ $h =$ $f_1 =$ $\tau =$ ОСЛ =	$L =$ $h =$ $\tau =$ $f_1 =$ ОСЛ =	$L =$ $h =$ $\tau =$ $f_1 =$ ОСЛ =	$L =$ $h =$ $\tau =$ $f_1 =$ ОСЛ =
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
Ср.				

## 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется акустическим поперечным сечением рассеяния в рыболокации?
2. Чему равно акустическое поперечное сечение рассеяния акустически жесткой сферы большого волнового размера?
3. Откуда произошел термин “радиус эквивалентной сферы объекта”?
4. Чему равны радиусы эквивалентных сфер стандартной рыбы и стандартного косяка?
5. Какие параметры косяка и какие технические характеристики рыболокатора влияют на радиус эквивалентной сферы косяка?
6. Почему радиус эквивалентной сферы протяженного косяка зависит от длительности зондирующего импульса, ширины диаграммы направленности антенны, глубины моря?
7. Как на практике определяют радиус эквивалентной сферы объекта локации?

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Включите ПЭВМ. Вызовите библиотеку файлов операционной системы DOS. Активизируйте файл **SONAR** и нажмите клавишу Enter.

Активизируйте запускающий файл `sonar.exe` и опять нажмите клавишу Enter. После того, как на экране монитора появится титульная заставка с изображением прибора 4-1 рыболокатора "Сарган-Г", снова нажмите клавишу Enter. На экране монитора появится входное меню с номерами сценариев.

Запустите свой сценарий, номер которого и другую исходную информацию для выполнения работы вам укажет преподаватель. Сценарий запускается нажатием на клавишу клавиатуры ПЭВМ с цифрой, соответствующей номеру сценария. После запуска сценария на экране монитора появится изображение экрана электронного индикатора с обзорной разверткой и будут видны нулевые отметки.

Приступайте к установке органов управления рыболокатором в нужные положения, а именно: мощность - 1, длительность - 1 мс, диапазон 300 м, режим - поисковый, развертка - обзорная, режим поиска - вертикальный, усиление ИЭ - 5-6, частота  $f_1$ , индикация -  $\Sigma$ , ослабление - 20 дБ. Остальные органы управления могут находиться в произвольных положениях. Коммутация органов управления осуществляется путем вызова таблицы с органами управления с помощью функциональной клавиши F1 на основном поле клавиатуры, наведением рамочного курсора (красная рамка) на нужный орган управления с помощью клавиш  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле клавиатуры и нажатием на функциональную клавишу F4, после которого внизу таблицы появится изображение вызываемого органа управления. Для перекоммутации кнопочного органа управления необходимо нажать на цифровую клавишу на основном поле, соответствующую нужной кнопке, и затем нажать на клавишу Esc. Для перекоммутации органа управления в виде поворачивающейся ручки, после его вызова, "поворот" необходимо делать с помощью уже упомянутых клавиш  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле. Для возвращения к наблюдению за экраном электронного индикатора после перекоммутации органов управления нажимайте дважды на клавишу Esc.

Выходите сначала на эталонный объект. Для этого последовательно нажмите на функциональные клавиши F1, а потом F5. Внизу экрана появится подсказка о положении судна в районе поиска и другая информация в том числе о скорости, курсе и координатах местоположения судна. Задайте курс движения судна с таким расчетом, чтобы двигаться на эталонный объект (клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на правом поле клавиатуры). Если объект расположен далеко от судна, скорость судна установите максимальную 18, 5 уз (клавишами  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  на правом поле клавиатуры). Сблизившись с объектом метров на 100-200 (ориентируясь по текущим координатам судна и записанным координатам эталонного объекта), сбавьте ход судна узлов до 4-х, после чего переходите на сближение с косяком по параллели или по меридиану.



Выйдя на меридиан или на параллель косяка с точностью  $\pm 5$  м, застопорите судно. Разверните судно так, чтобы двигаться в перпендикулярном направлении в сторону косяка. Опять дайте ход узла 4 и, достигнув с той же точностью параллели или меридиана косяка, остановите судно.

Приступайте к измерению размаха эхосигналов от эталонного объекта. Если размах отметки вам представляется недостаточным (малым) или, наоборот, он слишком велик, так что отметка входит за пределы экрана, подрегулируйте усиление ИЭ или смените ослабление. Размах отметки измеряйте линейкой с миллиметровыми делениями. Ставьте нулевое деление линейки на развертку и делайте отсчет полуразмаха по одному краю отметки. Запишите полуразмахи (можете их удвоить - будут размахи) в заготовленную таблицу. Сделайте 9 отсчетов размахов случайно подвернувшихся вам отметок, ни в коем случае не пытайтесь выбирать отметки с максимальными или минимальными размахами.

Точно таким же образом по текущим координатам судна и записанным координатам косяков выходите на косяки № 1, № 2 и № 3. При том же усилении ИЭ и той же мощности излучения сделайте по 9 отсчетов размахов отметок эхосигналов от косяков № 1, № 2 и № 3. Обязательно зафиксируйте в таблице измерений длительности зондирующих импульсов, тем более, если вы их изменяли для косяков № 1, № 2, № 3. Если отметки от косяков № 1, № 2, № 4 окажутся слишком большими (скорее всего так и случится у вас), то усиление ИЭ не трогайте, но добавьте ослабление и зафиксируйте его значение в таблице измерений, чтобы при обработке измерений откорректировать результаты на неравенство условий для измерения размахов отметок (на неравенство коэффициентов усиления усилительного тракта рыболокатора).

Возвратитесь к исходной позиции на экране монитора (через клавишу Esc) - изображение экрана электронного индикатора и указателей углов наклона и курсовых углов антенны. Выйдите из программного пакета - нажмите одновременно клавиши Ctrl и End. Работа завершена.

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В таблице измеренных значений размахов отметок вычислите средние значения размахов. В последнюю строку этой таблицы занесите средние откорректированные на изменение ослабления значения размахов отметок. Все средние значения размахов отметок должны быть приведены к ослаблению, при котором производились измерения размахов для эталонного объекта (скорее всего это будет ослабление 20 дБ). При этом необходимо иметь в виду, что каждая ступень ослаб-

ления 10 дБ равносильна ослаблению размаха в 3, 2 раза. Это означает, например, что если при  $\tau = 10$  мс размах косяка № 2 измерялся при ослаблении 50 дБ, а для эталонного объекта измерения проводились при ослаблении 20 дБ, то размах отметки от косяка № 2 необходимо увеличить на 30 дБ, т. е. без малого в 32 раза ( $10^{1.5}$ ).

Далее по откорректированным средним размахам по формуле

$$R_k = R_3 \sqrt{\tau_k} \frac{A_k}{A_3} \left( \frac{h_k}{h_3} \right)^2 \frac{\lg h_k}{\lg h_3} 10^{0.1\beta(h_k - h_3)},$$

в которой  $A_k$  и  $A_3$  - размахи отметок от косяка и от эталонного объекта,  
 $h_k$  и  $h_3$  - глубины до косяка и до эталонного объекта,  
 $\beta$  - коэффициент физического затухания звуковых волн в море,  
 $\tau_k$  - длительность импульса, при которой измерялись размахи отметок для косяков № 1, № 2 и № 3, (в мс)

следует вычислить радиусы эквивалентных сфер косяков № 1, № 2 и № 3. При этом коэффициент затухания  $\beta$  необходимо находить по формуле:

$$\beta = 0,036f^{3/2},$$

в которой коэффициент затухания будет в дБ/км, если частоту брать в кГц.

Найдя радиусы эквивалентных сфер косяков № 1, № 2 и № 3, по формуле (4) вычислить затем объемные плотности этих косяков. Вычисленные значения объемной плотности занести в таблицу 2.

Таблица 2

Объемные плотности косяков рыбы

№ косяка	Длина рыб в косяке	Плотность косяка	Измеренная объемная плотность	Теоретическая объемная плотность
1				
2				
3				

В таблицу 2 занести также теоретические значения объемных плотностей косяков, которые следует вычислить, исходя из того, что объемная плотность косяка рыбы связана с размерами рыб и градациями плотности - разреженный косяк, нормальной плотности или он плотный. При этом о том, к какой градации плотности отнести косяки №1, №2, №3, судите по результатам ваших измерений. Теоретическое значение объемной плотности можно определить из эмпирического соотношения:

$$\rho_v = \frac{1}{(k_\alpha L)^3},$$

где  $k_\alpha$  - численный коэффициент, равный 6 для разреженных косяков, 2, 5 - для косяков нормальной плотности и 1, 5 - для плотных косяков.

Длина рыб в последнем выражении берется в метрах.

По результатам работы сделать заключение о подтверждении теоретических выводов экспериментом.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Букатый В. М. Гидроакустические рыбопоисковые приборы. Курс лекций. Ч. 3. - Калининград: БГА РФ, 1995. - 102 с.
2. Руководство по использованию компьютерных гидроакустических тренажеров САРГАН-ГМ и САРГАН-ЭМ. - Калининград: БГА РФ, 1994. - 30 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

### “ИЗМЕРЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПРОТЯЖЕННОСТЕЙ И ГЛУБИНЫ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ КОСЯКА РЫБЫ”

#### 1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

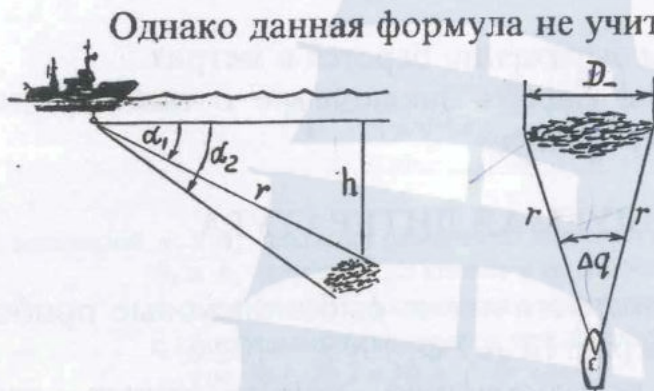
Цель лабораторной работы заключается в приобретении умений определять протяженность косяка рыбы в горизонтальном и вертикальном направлениях и глубину его местонахождения при горизонтальной локации с помощью рыболокатора последовательного обзора “Сарган-Г”.

#### 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Размеры косяка рыбы и глубина его погружения - важные параметры как для тралового, так и для кошелькового лова. Эти параметры желательно знать заранее, еще до выхода судна на косяк, с тем чтобы можно было подготовиться к облову косяка. Размеры косяка и глубину его погружения принципиально возможно определить при обнаружении косяка рыболокатором горизонтального поиска, поскольку для того будут иметься необходимые данные - угол наклона

антенны и наклонное расстояние до косяка, снимаемое с самописца. Глубину погружения тогда можно определить по очевидной формуле (см. рисунок):

$$h = r \sin \alpha_1 \quad (1)$$



Геометрия задачи для определения глубины погружения и протяженности косяка по данным рыболокатора горизонтально-го поиска

Однако данная формула не учитывает тот факт, что в море всегда имеет место вертикальная рефракция - искривление траектории звукового луча, неучет которой неизбежно приведет к погрешностям определения глубины. Оперативный учет рефракции, кроме достаточно громоздких вычислений, требует еще и знания распределения скорости звука по глуп-

бине моря в районе поиска. Как правило, информация об этом отсутствует. Поэтому, чтобы уменьшить погрешности из-за рефракции, после обнаружения косяка судно сближается с ним на дистанцию около 200-300 м и ложится в дрейф. Далее оператор, поддерживая эхоконтакт с косяком, измеряет угол наклона антенны и наклонное расстояние до косяка, с тем чтобы можно было расчеты вести по формуле (1).

Измеряя курсовые углы на левую и правую кромки косяка, а также вертикальные углы на верхнюю и нижнюю кромки его, по следующим очевидным формулам вычисляют горизонтальную  $\Delta D_-$  (поперек направления облучения) и вертикальную  $\Delta h$  протяженности косяка:

$$\Delta h = r(\sin \alpha_2 - \sin \alpha_1), \quad (2)$$

$$\Delta D_- = 2r \sin \frac{q}{2}, \quad (3)$$

где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  - углы наклона антенны на верхнюю и нижнюю кромки соответственно;  
 $r$  - наклонное расстояние до косяка;  
 $q$  - разность курсовых углов левой и правой кромок косяка.

Горизонтальную протяженность косяка  $\Delta D_-$  по направлению облучения определяют по вертикальной протяженности эхотрассы косяка на эхограмме самописца рыболокатора (по разности отсчетов положения нижней и верхней частей отметки на шкале расстояний).

При этом имеют ввиду, что протяженность эхотрассы косяка может быть больше действительной протяженности косяка из-за внутривосячной реверберации (особенно при плотных косяках, что характерно для косяков мелкой рыбы).

### 3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Домашнее задание выполняется с целью подготовки к выполнению лабораторной работы и включает в себя:

- изучение (повторение) вопросов, касающихся эксплуатационно-технических характеристик рыболокатора "Сарган-Г" и назначения органов управления;
- изучение (повторение) вопросов, касающихся подготовки рыболокатора "Сарган-Г" к ведению горизонтального поиска, а также вопросов, касающихся производства поисковых работ;
- изучение (повторение) вопросов, касающихся рефракции звуковых волн в море и ее влияния на гидролокационные измерения;
- изучение (повторение) вопросов, касающихся методики определения глубины погружения и размеров косяка при горизонтальной локации;
- изучение (повторение) программного пакета "Сарган-Г" и работы с ним;
- заготовку бланка таблицы для занесения измеренных значений величин при выполнении лабораторной работы:

Таблица

Результаты измерений для нахождения протяженности косяка и глубины его погружения.\*)

№	Наклонное расстояние до косяка	Вертикальные углы, град				Курсовые углы, град				Отсчеты по шкале расстояний на ближнюю и дальнюю кромки косяка	
		Верхняя кромка		Нижняя кромка		Левая кромка		Правая кромка		Ближняя	Дальняя
		↓	↑	↓	↑	→	←	→	←		
1											
2											

\* Стрелками в таблице показаны направления поворота антенны влево или вправо и наклона ее вниз или вверх

3											
4											
5											
ср											

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое рефракция звуковых лучей в море и чем она вызвана?
2. Как влияет рефракция на определение глубины погружения косяка рыбы по данным горизонтальной (наклонной) локации (по углу наклона антенны и по наклонному расстоянию до косяка)?
3. Что нужно знать, чтобы откорректировать на действие рефракции найденную по углу наклона антенны и по наклонному расстоянию глубину погружения косяка?
4. Почему погрешности в глубине косяка при определении ее на малых дистанциях имеют небольшие значения?

#### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Включите ПЭВМ. Вызовите библиотеку файлов операционной системы DOS. Активизируйте файл **SONAR** и нажмите клавишу Enter. Активизируйте запускающий файл **sonar.exe** и опять нажмите клавишу Enter. После того, как на экране монитора появится титульная заставка с изображением прибора 4-1 рыболокатора "Сарган-Г", снова нажмите клавишу Enter. На экране монитора появится входное меню с номерами сценариев. Запустите свой сценарий, номер которого вам сообщит преподаватель. Для этого нажмите на соответствующую его номеру цифровую клавишу клавиатуры ПЭВМ, а затем - клавишу Enter. После запуска сценария на экране монитора появится изображение экрана электронного индикатора с обзорной разверткой и будут видны нулевые отметки. В данном сценарии набран только один косяк рыбы. Судно неподвижно и находится в центре района поиска. Ориентировочный пеленг на косяк вам укажет преподаватель.

Приступайте к установке органов управления рыболокатором в нужные положения. Коммутация органов управления осуществляется путем вызова таблицы с органами управления с помощью функциональной клавиши F1 на основном поле клавиатуры, наведением рамочного курсора (красная рамка) на нужный орган управления с помощью клавиш  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле клавиатуры и нажатием на функциональную клавишу F4, после которого внизу таблицы появится изображение вызываемого органа управления. Для перекоммутации кнопочного органа управления необходимо нажать на цифровую клавишу на основном поле, соответствующую нужной кнопке переключателя, и затем нажать на клавишу Esc. Для перекоммутации ор-

гана управления в виде поворачивающейся ручки после его вызова, "поворот" необходимо делать с помощью уже упомянутых клавиш ←, → на среднем поле. Для перехода к перекоммутации следующего органа управления необходимо нажимать на клавишу Esc. Для возвращения к наблюдению за экраном электронного индикатора после перекоммутации органов управления дважды нажимайте на клавишу Esc. Установите в рыболокаторе: мощность - 1, длительность - 30 мс, диапазон 1200 м, режим - горизонтального поиска, развертка - линейная, усиление ИЭ и РС - 5-6, частота  $f_1$ , индикация -  $\Sigma$ , ослабление - 20 дБ. В положении ручного разворота антенны переключателя "Поиск" биссектрису сектора поиска установите в диаметральной плоскости судна, для чего сначала одновременным нажатием на клавиши Shift и < сведите стрелки-ограничители сектора поиска вместе. Затем клавишами > - разворот вправо или < - разворот влево сведенные стрелки поставьте на курсовой угол  $0^\circ$ . После этого одновременным нажатием на клавиши Shift и > установите сектор поиска по  $60-70^\circ$  на каждый борт. Перейдите на автоматический разворот антенны, выбрав в переключателе "Поиск" кнопки А1 или А2. Нажмите клавишу Esc. Задайте небольшой угол наклона антенны ( $6-10^\circ$ ) клавишами со стрелками ↓ или ↑ на среднем поле клавиатуры.

Выходите на косяк. Для этого последовательно нажмите на функциональные клавиши F1, а потом F5. Внизу экрана появятся подсказки о положении судна в районе поиска и другая информация в том числе о скорости, курсе и координатах местоположения судна. Задайте курс движения судна с таким расчетом, чтобы двигаться на косяк (клавишами ←, → на правом поле клавиатуры). Установите поисковую скорость судна 8-9 уз (клавишами ↑, ↓ на правом поле клавиатуры). Подправьте усиление и ослабление с таким расчетом, чтобы на линейной развертке индикатора наблюдались небольшие зубчики от помех. Принимайте эхосигналы на слух и ведите наблюдение за ними на экране индикатора. При появлении эхосигналов определите курсовой угол косяка. Ложитесь на курс сближения с косяком. Сузьте сектор поиска до  $10-20^\circ$  и продолжайте прием эхосигналов. Сближаясь с косяком увеличивайте понемножку вертикальный угол (градуса на 4-5 на каждые 200-300 м сближения). Сблизившись с косяком метров на 250-300, остановите судно. Перейдите на ручной разворот антенны. Задайте диапазон работы 300 м. Установите высокую рабочую частоту  $f_2$ . Если амплитуды эхосигналов от косяка окажутся недостаточно большими, добавьте усиление ЭИ и РС или убавьте ослабление.

Приступайте к измерению глубины погружения и вертикальной протяженности косяка. С этой целью, разворачивая антенну вручную влево-вправо, определите сначала курсовой угол, по которому идут эхосигналы с наибольшей амплитудой. Запишите или запомните это

направление. Установите антенну по этому курсовому углу. Теперь убавьте угол наклона антенны до исчезновения эхосигналов. После этого начинайте увеличивать угол наклона. В момент появления эхосигнала сделайте отсчет угла наклона и наклонного расстояния (запишите их значения в таблицу измерений - колонка ↓ в столбце "Вертикальный угол. Верхняя кромка" и столбец "Наклонное расстояние до косяка"). Продолжая увеличивать угол наклона антенны, заметьте его значение, при котором пропали эхосигналы (колонка ↓ в столбце "Вертикальный угол. Нижняя кромка"). Затем, уменьшая угол наклона антенны, заметьте его значение, при котором снова появился эхосигнал (колонка ↑ в столбце "Вертикальный угол. Нижняя кромка"). Продолжая уменьшать угол наклона, заметьте его значение, при котором пропадут эхосигналы (колонка ↑ в столбце "Вертикальный угол. Верхняя кромка"). Необходимо сделать серию не менее чем из пяти таких пар отсчетов вертикальных углов и наклонных дистанций.

Далее переходите к измерению горизонтальной протяженности косяка поперек направления локации. С этой целью, наклоняя антенну вверх-вниз, определите сначала вертикальный угол, по которому идут эхосигналы с наибольшей амплитудой. Запишите или запомните это направление. Установите антенну по этому направлению. Теперь разверните антенну влево на  $15-20^\circ$ , после чего разворачивайте ее вправо и заметьте отсчет курсового угла при появлении эхосигнала (в таблице измерений колонка → в столбце "Курсовой угол. Левая кромка"). Продолжая разворачивать антенну, зафиксируйте курсовой угол, при котором исчезли эхосигналы (колонка → в столбце "Курсовой угол. Правая кромка"). После этого разворачивайте антенну влево и при появлении эхосигнала сделайте отсчет курсового угла (колонка ← в столбце "Курсовой угол правая кромка"). Продолжая разворот антенны влево, заметьте курсовой угол, при котором пропали эхосигналы (колонка ← в столбце "Курсовой угол. Левая кромка"). Необходимо выполнить серию не менее чем из пяти таких наблюдений.

В заключение установите антенну по курсовому углу и по углу наклона, по которым шли эхосигналы с максимальными амплитудами. Сделайте 2-3 отсчета по шкале расстояний электронного индикатора до ближней и дальней кромок косяка и среднее значение занесите в таблицу измерений (столбец "Отсчеты по шкале расстояний до косяка" в таблице измерений). Перейдите на наблюдение за эхограммой самописца (через клавишу Tab). Сделайте также 2-3 отсчета по шкале расстояний до ближней и дальней кромок косяка и среднее значение занесите в таблицу.

Возвратитесь к исходной позиции на экране монитора (через клавишу Esc) - изображение экрана электронного индикатора и указа-



телей углов наклона и курсовых углов антенны. Выйдите из программного пакета - нажмите одновременно клавиши Ctrl и End. Работа завершена.

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В таблице измеренных значений осредните измеренные значения вертикальных углов на нижнюю и верхнюю кромки, курсовых углов на левую и правую кромки и отсчетов по шкале расстояний до ближней и дальней кромок косяка.

Пользуясь формулой (1), по среднему значению угла наклона на верхнюю кромку косяка, найдите глубину погружения косяка.

Пользуясь формулой 2, по средним значениям углов наклона антенны на верхнюю и нижнюю кромки косяка, найдите вертикальную протяженность косяка.

По формуле (3) по разнице средних значений курсовых углов на левую и правую кромки и по наклонной дистанции до косяка рассчитайте горизонтальную протяженность косяка поперек направления локации.

По разнице отсчетов расстояния до ближней и дальней кромок косяка найдите его горизонтальную протяженность по направлению локации.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Букатый В. М. Гидроакустические рыбопоисковые приборы. Курс лекций. Ч. 3. - Калининград: БГА РФ, 1995. - 102 с.
2. Руководство по использованию компьютерных гидроакустических тренажеров САРГАН-ГМ и САРГАН-ЭМ. - Калининград: БГА РФ, 1994. - 30 с.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### “ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ КОСЯКА РЫБЫ”

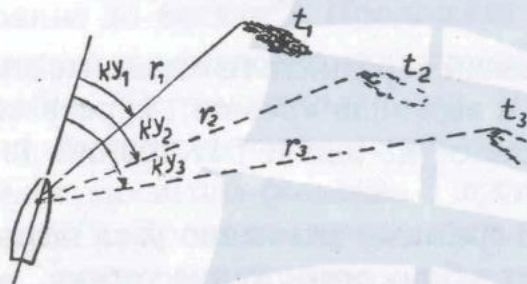
#### 1. ЦЕЛЬ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы заключается в приобретении умений измерять скорость и направление движения косяка при использовании рыболокаторов последовательного обзора.

## 2. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ВВЕДЕНИЕ

Скорость и направление перемещения косяка - важные данные как при траловом, так и при кошельковом лове рыбы, которые обязательно учитываются промысловиками.

Рыболокаторы позволяют определять местоположение косяка



Определение скорости и направления перемещения косяка

относительно судна. Этого достаточно, чтобы найти направление и скорость движения косяка. Так как косяки - объекты малоподвижные, то измерения производят обычно в дрейфе судна. Считается при этом, что течением косяк и судно сносятся одинаково. Измерения производят на небольших расстояниях от косяка (200-300 м).

Поддерживая эхоконтакт с косяком, через определенные промежутки времени измеряют наклонную дистанцию до одной из кромок косяка и курсовой угол (или пеленг) на ту же кромку. Считая судно неподвижным и проложив в крупном масштабе на листе бумаги местоположения кромок косяка как минимум в три последовательных момента времени, получим линию, показывающую направление движения косяка (курс), а переведя расстояние между крайними положениями косяка в мили и поделив это расстояние на общий промежуток времени в часах, вычислим скорость перемещения косяка в узлах (см. рисунок).

## 3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

Домашнее задание выполняется с целью подготовки к выполнению лабораторной работы и включает в себя:

- изучение (повторение) вопросов, касающихся эксплуатационно-технических характеристик рыболокатора "Сарган-Г" и назначения органов управления;
- изучение (повторение) вопросов, касающихся подготовки рыболокатора "Сарган-Г" к ведению горизонтального поиска, а также вопросов, касающихся производства поисковых работ;
- изучение (повторение) программного пакета "Сарган-Г" и работы с ним;
- заготовку бланка таблицы для занесения измеренных значений величин при выполнении лабораторной работы.

Результаты измерений курсовых углов и расстояний  
до кромки косяка

Курс судна $K =$	Начальные координаты косяка $x =$	$y =$	Глубина косяка $h =$
Моменты времени	Курсовой угол .....	Расстояние до .....	
$t_1 =$	кромки косяка	кромки косяка	
$t_2 =$			
$t_3 =$			

#### 4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Почему важно знать скорость и направление перемещения обнаруженного косяка рыбы на промысле?
2. Какова методика определения скорости и направления перемещения косяка рыбы с помощью рыболокатора горизонтального поиска с последовательным обзором водного пространства?

#### 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Включите ПЭВМ. Вызовите библиотеку файлов операционной системы DOS. Активизируйте файл SONAR и нажмите клавишу Enter. Активизируйте запускающий файл sonar.exe и опять нажмите клавишу Enter. После того, как на экране монитора появится титульная заставка с изображением прибора 4-1 рыболокатора "Сарган-Г", снова нажмите клавишу Enter. На экране монитора появится входное меню с номерами сценариев. Запустите свой сценарий, номер которого вам сообщит преподаватель. Для этого нажмите на соответствующую его номеру цифровую клавишу на клавиатуре ПЭВМ и затем на клавишу Enter. После запуска сценария на экране монитора появится изображение экрана электронного индикатора с обзорной разверткой и будут видны нулевые отметки. В данном сценарии набран только один косяк рыбы, ориентировочное направление на который, а также глубину погружения  $h$  его вам сообщит преподаватель. Судно неподвижно и находится в центре района поиска.

Приступайте к установке органов управления рыболокатором в нужные положения. Коммутация органов управления осуществляется путем вызова таблицы с органами управления с помощью функцио-

нальной клавиши F1 на основном поле клавиатуры, наведением рамочного курсора (красная рамка) на нужный орган управления с помощью клавиш  $\uparrow$ ,  $\downarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле клавиатуры и нажатием на функциональную клавишу F4, после которого внизу таблицы появится изображение вызываемого органа управления. Для перекоммутации кнопочного органа управления необходимо нажать на цифровую клавишу на основном поле, соответствующую нужной кнопке переключателя, и затем нажать на клавишу Esc. Для перекоммутации органа управления в виде поворачивающейся ручки после его вызова "поворот" необходимо делать с помощью уже упомянутых клавиш  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на среднем поле клавиатуры ПЭВМ. Для возвращения к наблюдению за экраном электронного индикатора после перекоммутации органов управления нажимайте на клавишу Esc. Установите в рыболокаторе: мощность - 1, длительность - 30 мс, диапазон 1200 м, режим - горизонтального поиска, поиск - ручной, усиление ИЭ и РС - 5-6, частота  $f_1$ , индикация - на электронный индикатор, развертка - линейная, ослабление - 20 дБ. В положении ручного разворота антенны переключателя "Поиск" бисектрису сектора поиска установите в диаметральной плоскости судна, для чего сначала одновременным нажатием на клавиши Shift и < (сужение сектора поиска) сведите стрелки-ограничители сектора поиска вместе. Затем клавишами > - разворот вправо или < - разворот влево сведенные стрелки поставьте на курсовой угол  $0^\circ$ . После этого одновременным нажатием на клавиши Shift и > установите сектор поиска по  $30-40^\circ$  на каждый борт. Перейдите на автоматический разворот антенны, выбрав в переключателе "Поиск" кнопки A1 или A2. Нажмите клавишу Esc. Задайте небольшой угол наклона антенны ( $6-10^\circ$ ) клавишами со стрелками  $\downarrow$  или  $\uparrow$  на среднем поле клавиатуры.

Выходите на косяк. Для этого последовательно нажмите на функциональные клавиши F1, а потом F5. Внизу экрана появятся подсказки о положении судна в районе поиска и другая информация в том числе о скорости, курсе и координатах местоположения судна. Задайте курс движения судна с таким расчетом, чтобы двигаться на косяк (клавишами  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  на правом поле клавиатуры). Установите поисковую скорость судна 8-9 уз (клавишами  $\uparrow$ ,  $\downarrow$  на правом поле клавиатуры). Подправьте усиление и ослабление с таким расчетом, чтобы на линейной развертке индикатора наблюдались небольшие зубчики от помех. Принимайте эхосигналы на слух и ведите наблюдение за ними на экране индикатора. При появлении эхосигналов определите курсовой угол косяка. Ложитесь на курс сближения с косяком и продолжайте прием эхосигналов. Сближаясь с косяком увеличивайте понемножку вертикальный угол (градуса на 3-4 на каждые 200-300 м сближения). Сблизившись с косяком метров на 250-300, остановите судно.

Перейдите на ручной разворот антенны. Поддерживая эхоконтакт с косяком, определите ориентировочное направление перемещения косяка. Немножко отведя антенну в сторону, противоположную направлению движения косяка, после того как пропадет эхоконтакт с косяком, поворачивайте ее обратно, и как только появится эхосигнал (пусть себе даже и очень слабенький), зафиксируйте момент времени, заметьте курсовой угол кромки косяка и отсчитайте расстояние до этой кромки косяка. Запишите результаты измерений в таблицу. Через промежуток времени 2-3 минуты повторите аналогичные измерения, опять занеся момент времени, курсовой угол и расстояние до той же кромки косяка в таблицу. Еще через 2-3 минуты снова заметьте момент времени, измерьте курсовой угол и отсчитайте расстояние, записав их еще раз в таблицу.

Возвратитесь к исходной позиции на экране монитора (через клавишу Esc) - экран электронного индикатора и указатели углов наклона и курсовых углов антенны. Выйдите из программного пакета - нажмите одновременно клавиши Ctrl и End. Работа завершена.

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

По курсовым углам косяка и расстояниям до него на листе бумаги в достаточно крупном масштабе (1:2000 или 1:5000) определите местонахождения косяка относительно судна в моменты времени  $t_1$ ,  $t_2$  и  $t_3$ . Соедините местонахождения косяка одной прямой линией. Направление этой линии относительно направления на север даст курс косяка. Измерьте расстояние между местонахождениями косяка в моменты  $t_1$  и  $t_3$  и переведите это расстояние в кабельтовы. Переведите отрезок времени  $t_3 - t_1$  в десятые доли часа. Поделите найденное в кабельтовых расстояние между местонахождениями косяка в моменты времени  $t_1$  и  $t_3$  на промежуток времени  $t_3 - t_1$  в десятых долях часа. Получите скорость перемещения косяка в узлах.

## 7. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Букатый В. М. Стратегия и тактика местного гидроакустического поиска объектов морского промысла. - Калининград: БГА РФ, 1996. - 72 с.
2. Руководство по использованию компьютерных гидроакустических тренажеров САРГАН-ГМ и САРГАН-ЭМ. - Калининград: БГА РФ, 1994. - 30 с.



**Виталий Михайлович Букатый**

## **ПОИСК ОБЪЕКТОВ ПРОМЫСЛА**

Методические указания по выполнению лабораторных работ  
для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение»  
очной формы обучения  
(2-е издание, переработанное и дополненное)

---

*Ведущий редактор М.Б. Априянц  
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Лицензия № 021350 от 28.06.99.*

*Компьютерное редактирование  
И.В. Леонова*

*Печать офсетная.*

*Формат 60 x 90 1/16.*

*Подписано в печать 24.06.2019 г.  
Усл. печ. л. 2,25.*

*Заказ № 1508. Тираж 10 экз.*

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:  
<http://bgarf.ru/academy/biblioteka/elektronnyj-katalog/>

**БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»**

**Издательство БГАРФ,**  
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений  
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.