

УДК 621

МЕТОД КОНТРОЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ АКУСТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Низамов Т.И.

Азербайджанское национальное аэрокосмическое агентство (АНАКА), Баку, Азербайджан

В статье рассматриваются вопросы применения гидроакустической системы для определения расположения и контроля состояния подводных нефтегазопроводов. Приведены алгоритмы программ коррекции амплитудных и геометрических искажений входного сигнала. Представлены также результаты гидроакустических съемок в районе шельфовой зоны Каспийского моря.

Гидроакустические средства являются наиболее эффективным инструментом подводных исследований и могут применяться в системах дистанционного зондирования состояния водных акваторий [1-3]. При этом достаточно эффективным является применение унифицированных гидроакустических средств, обеспечивающих работу в любых плавучих средствах и имеющих наглядное представление информации для потребителя. В настоящее время для контроля системы подводных трубопроводов и других коммуникаций и определения их состояния часто используется гидролокатор бокового обзора. В статье рассматривается гидролокатор бокового обзора, разработанный в АНАКА [3]. Этот

гидролокатор использовался для определения расположения и контроля состояния системы подводных трубопроводов в районе месторождения "Бахар" в шельфовой зоне Каспийского моря, а также для изучения дна реки Кура. Обобщенная блок-схема гидролокатора представлена на рис.1.

Принцип работы гидролокаторной системы заключается в следующем: для размещения гидроакустических антенн используется подводный носитель в виде снаряда обтекаемой формы, по обеим сторонам этого носителя под определенным углом размещаются две приемопередающие совмещенные антенны, которые выполнены в виде линеек с пьезоэлементами.

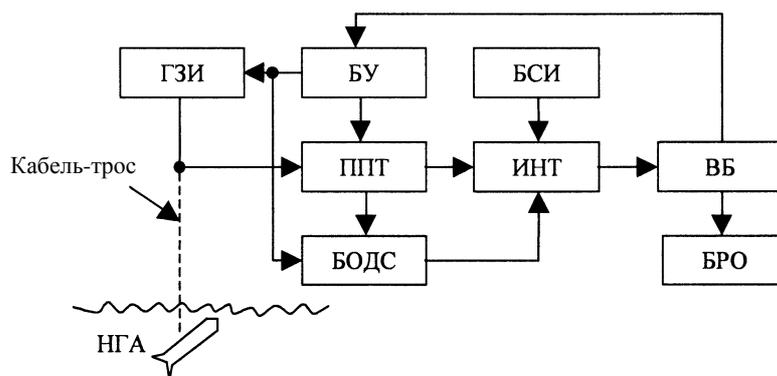


Рис. 1. Обобщенная блок-схема гидролокаторной системы. НГА - носитель гидроакустических антенн, ГЗИ - генератор зондирующих импульсов, БУ - блок управления, ППТ - приемопреобразовательный тракт, БОДС - блок обнаружения донного сигнала, ИНТ - интерфейс ввода в ЭВМ, ВБ - вычислительный блок, БРО - блок регистрации и отображения, БСИ - блок статусной информации.

Угол наклона этих антенн обеспечивает обзор полосы дна моря, симметричный относительно направлению движения. Рассматриваемая антенна характеризуется диаграммой направленности, главный лепесток которой в горизонтальной плоскости составляет $j_z = 90^\circ$, а в вертикальной $j_z = 45^\circ$. На рис. 2а показана схе-

ма участка дна моря, находящегося в зоне обзора антенны.

При одновременной работе гидролокаторов левого и правого бортов для определения сигнала донного отражения используется блок обнаружения донного сигнала. Значение высоты носителя антенны над уровнем дна является основ-

ным параметром, определяющим параметры управления гидролокатора, а именно [4,5]:

частоту следования зондирующих импульсов в соответствии с выражением

$$f_s = \frac{c \sin a_{\min}}{2h}; \quad (1)$$

длительность зондирующего импульса согласно

$$t = \frac{4h}{cN \sin a_{\min}}; \quad (2)$$

мощность зондирующего импульса (напряжение) согласно

$$\bar{V}^2 = \frac{K_V^2 I_0 c \sin a_{\min}}{2h}; \quad (3)$$

полосу пропускания фильтров приемопреобразовательного тракта согласно

$$\Delta f = \frac{cN \sin a_{\min}}{4h(1 - \sin a_{\min})}; \quad (4)$$

где c - скорость звука в воде, h - текущее значение высоты антенны над уровнем дна, N - количество отсчетов отраженного сигнала в серии вырабатываемой в процессе одного цикла зондирования, V - дисперсия напряжения на выходе излучающей антенны, K_V - чувствительность антенны по напряжению, I_0 - интенсивность излучения антенны на единичном расстоянии.

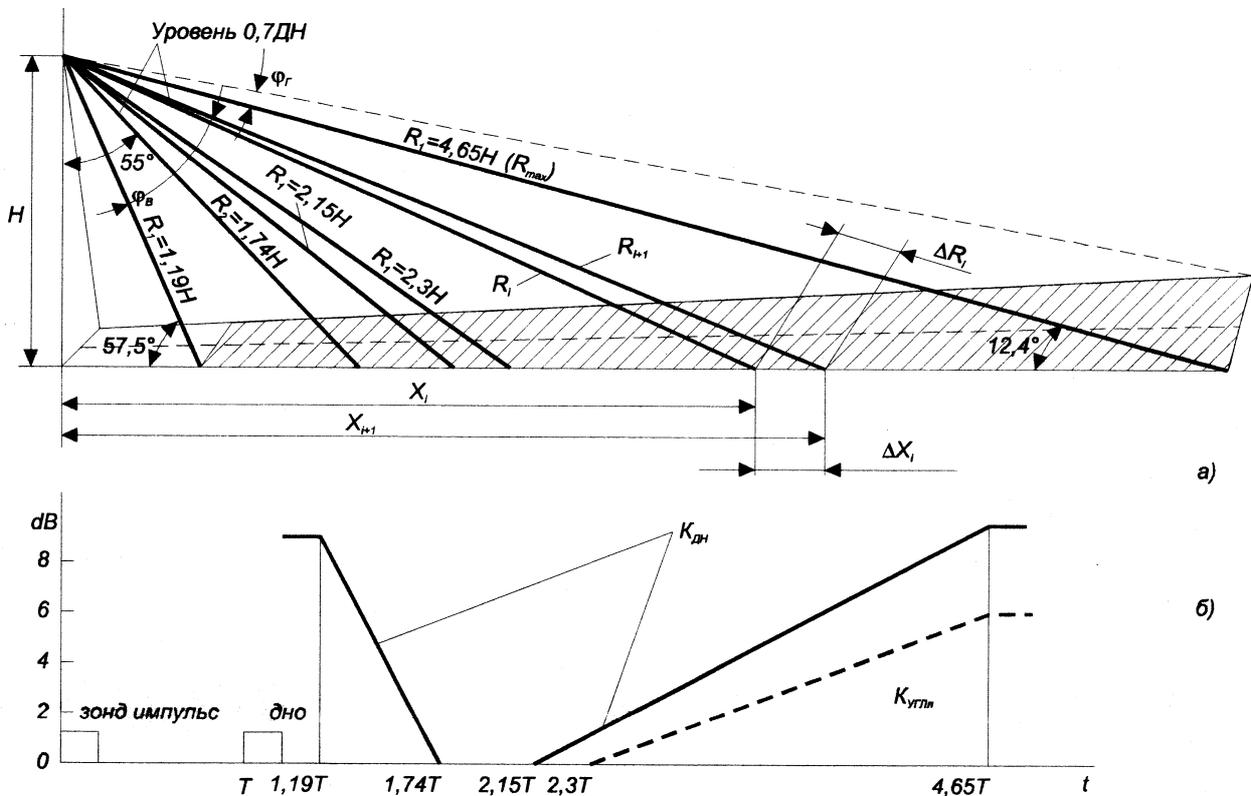


Рис. 2. Временные диаграммы и схема участка дна

Обработка информации на ЭВМ осуществляется с помощью специально разработанного пакета программного обеспечения. Для этого применяются программы коррекции изображения по углу скольжения акустического луча, а также коррекции неравномерности диаграммы направленности приемной антенны. Она зависит от текущей высоты носителя антенны над поверхностью дна. Программы коррекции неравномерности диаграммы направленности и угловой коррекции работают в реальном масштабе времени. Запуск поправочных коэффициентов осуществляется после определения сигнала донного отражения.

Временные диаграммы работы программ угловой коррекции и коррекции неравномерности диаграммы направленности приведены на рис.2б. Здесь $K_{угл}$ и $K_{дн}$ - соответственно, поправочные коэффициенты при угловой коррекции и при коррекции по диаграмме направленности, T - интервал времени между зондирующим и донным импульсами. Интервал времени 1,19T характеризует начало зоны обзора гидролокатора, 4,65T - конец этой зоны, 1,74T и 2,15T - соответственно, начало и конец зоны, где чувствительность антенны максимальна.

Алгоритмы программ угловой коррекции и коррекции неравномерности диаграммы направленности приведены на рис.3. Эти программы

могут быть использованы как в реальном масштабе времени, так и при обработке архивных гидроакустических изображений. Природа возникновения геометрических искажений при выводе изображения (акустического плана) поясняется с помощью рис.2а. При постоянной частоте дискретизации входного сигнала на эхограммах

приращения наклонной дальности $\Delta R(i) = const$, где i - номер отсчета вдоль строки изображения. Однако приращения горизонтальной дальности $\Delta X(i)$ являются монотонно убывающей функцией от i . При угле $a_{\min} = 12,4^\circ$ и числе отсчетов в строке $n=256$ отношение $\Delta X(1)/\Delta X(255) = 11,6$.

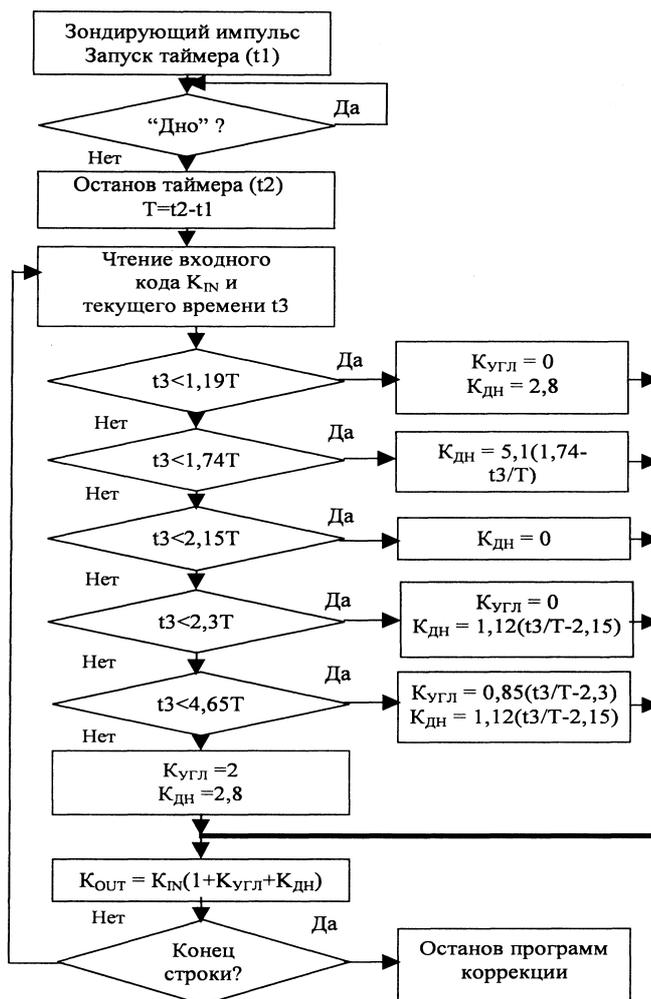


Рис. 3. Алгоритм программ коррекции.

Следовательно, все отсчеты должны быть смещены к началу строки. С учетом выше сказанного, позиция отображения i -го отсчета на изображении длиной $Width$ рассчитывается по формуле

$$X(i) = \frac{Width}{n \cos a_{\min}} \times \sqrt{i^2(1 - \sin a_{\min})^2 + 2in \sin a_{\min}(1 - \sin a_{\min})}; \quad (5)$$

На рис.4 приводится карта расположения нефтегазопроводов в районе месторождения «Бахар», составленная по результатам гидроаку-

стических съемок, во время которых использовалась рассматриваемая гидроакустическая система. На фрагменте II рисунка приводится вертикальный профиль расположения трубопровода. В районе пересечения двух труб определена утечка углеводородного сырья из одной коммуникаций. Таким образом, применение данной гидроакустической системы позволяет также контролировать состояние подводных коммуникаций и соответственно, экологическую ситуацию в этих районах.

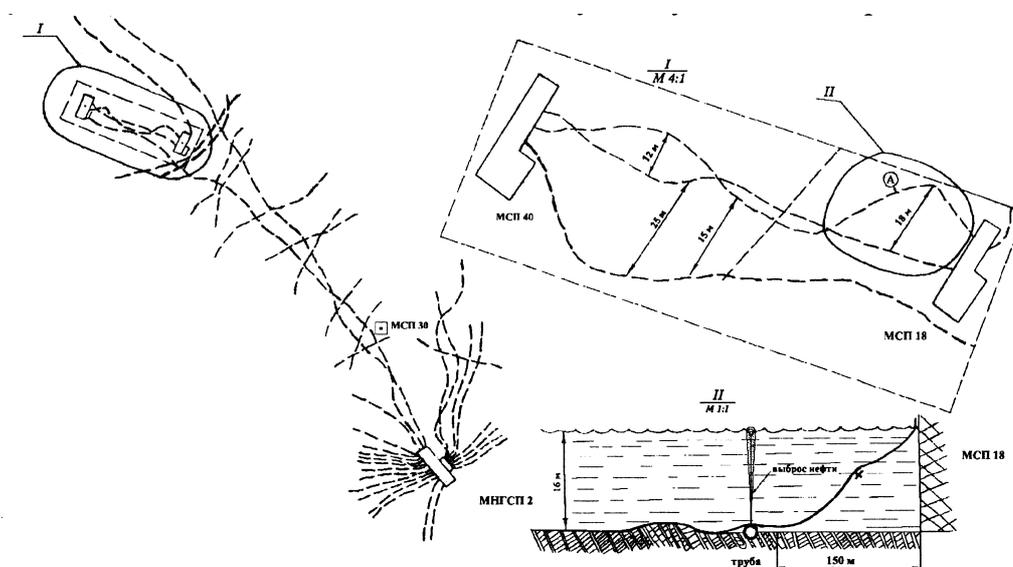


Рис. 4. Карта расположения нефтегазопроводов

Литература

1. Антокольский Л.М., Пронин С.В., Шахов М.Н. Разработка гидроакустического комплекса для обследования акваторий на основе гидролокатора бокового обзора // Акуст. журн. 1994. Т.40. №2. С.323
2. Parkinson A.F., Anstee S.D. Bottom backscatter measurements at 100 and 200 kHz with high angular resolution // J. Acoust. Soc. Amer. 1996. V.99. №4. P.2499-2500
3. А.с. №1230427 G01 S15/89, БИ №22, 1986 (СССР). Гидролокационная система регистрации и обработки информации / Т.К.Исмаилов, Т.И.Низамов и др.
4. Самойлов Л.К. Электронное управление характеристиками направленности антенн, Л.: Судостроение, 1987. 328с.
5. Урик Р.Дж. Основы гидроакустики. Л.: Судостроение, 1978. 247с.

The Method of the Control of an Ecological Condition Water Environment with the Acoustics Arrays

Nizamov T.I.

The Azerbaijan National Space Agency (ANSA), Baku, Azerbaijan

In article are considered the questions of application of hydroacoustic system for definition of an arrangement and control of a condition underwater. The algorithms of the programs of correction of peak and geometrical distortions of an entrance signal are given. Are submitted also the results of hydroacoustics research in area of a shelf zone of the Caspian Sea.