

Е.В. Азаренко¹, Ю.Ю. Гончаренко¹,
М.М. Дивизинюк¹, С.В. Лазаренко¹, М.И. Ожиганова¹

¹*Севастопольский национальный университет ядерной энергии и промышленности*

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКОЙ РЕВЕРБЕРАЦИИ

Рассматриваются морская реверберация и ее информационно-технологические характеристики, создающие предпосылки для их использования в водяных коммуникационных системах жилых домов и учреждений в интересах съема и передачи конфиденциальной информации.

Ключевые слова: реверберация, морская реверберация, протяженность, спад интенсивности, амплитуда флуктуаций, коммуникационная система.

Введение

Вода окружает нас повсюду. Человек на три четверти состоит из воды [1], также как и поверхность планеты Земля на три четверти покрыта морями и океанами [2]. Можно до бесконечности говорить о том, как много значит вода в нашей повседневной жизни. Использование свойств воды совместно с развивающимися информационными технологиями позволяет решать различные практические задачи, в том числе и получение информации об окружающем нас пространстве [3,4]. Это определение степени взволнованности (волнения) водной поверхности и наличия на поверхности нефтяных пленок и пятен [5], обнаружение объектов и объемных антропогенных взвесей (эмульгированных нефтепродуктов) в водной толще [6], контроль за состоянием морского дна и захоронений боевых отравляющих веществ [7] и другие. Перечисленные выше практические задачи можно решать с использованием морской реверберации – одного из специфических акустических свойств водной среды.

Отсюда следует, что исследование информационно-технологических свойств морской водной среды в целом и морской реверберации в частности является актуальной научно-практической задачей.

Постановка цели и задачи научного исследования

Целью данной работы является обобщение информационно-технологических характеристик морской реверберации. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие научные задачи. Во-первых, проанализировать суть физического явления, называемого морской реверберацией. Во-вторых, рассмотреть информационно-технологические характеристики морской реверберации. В-третьих, предложить варианты применения информационно-технологических характеристик морской реверберации для научно-практических задач.

Морская реверберация как физическое явление

Реверберация или эффект послезвучания (отзвук пространства), который создают в точке излучения-приема звуковые волны, рассеянные неоднородностями водной сре-

ды. Реверберация является нестационарным случайным процессом, она создается зондирующим сигналом на неоднородностях среды и коррелирована с ним. С физической точки зрения под реверберацией понимают изменение во времени суммарного давления рассеянного звукового поля, наблюдаемого в точке приема.

Знание свойств реверберации, с одной стороны, дает возможность правильно выбрать основные технические характеристики акустических систем, с другой стороны, позволяет прогнозировать маскирующее действие реверберации в водной среде. Согласно принятой классификации, в зависимости от пространственного распределения рассеивателей, она делится на три вида. Первый вид – это объемная реверберация, которая определяется рассеиванием звука рассеивателями, распределенными по всему объему водной среды. Второй вид – поверхностная реверберация, определяемая рассеиванием звука водной поверхностью и неоднородностями в приповерхностном слое. Третий вид – донная реверберация. Она вызывается рассеянием от неровностей морского дна.

С точки зрения математического описания законов убывания среднего уровня реверберации со временем (или расстоянием), ее можно разделить на объемную, граничную (рассеяние звука происходит границей раздела двух сред) и реверберацию от слоя (рассеиватели сконцентрированы в слое). Результаты многих экспериментов свидетельствуют о том, что в некоторых случаях донная и поверхностная реверберация характеризуется одними и теми же закономерностями, присущими рассеянию либо от границы, либо от слоя. Тем не менее, большинство авторов, описывающих свойства морской реверберации, придерживаются классического деления на виды.

Следовательно, реверберация – это эффект послезвучания, который создают в точке излучения-приема звуковые волны неоднородностями водной среды. В зависимости от пространственного распределения рассеивателей в водной среде ее разделяют на три вида: объемную, поверхностную и донную.

Информационно-технологические характеристики морской реверберации

Под информационно-технологическими характеристиками того или иного свойства водной среды следует понимать такие характеристики, которые проявляются в различных информационно-технических (радиоэлектронных) средствах различного назначения, использующих это и другие свойства водной среды.

По принципу действия акустические средства делятся на активные и пассивные. В первом случае в водную среду излучается зондирующий сигнал, а по принятому эхо судят о наличии или отсутствии целей в водной среде, а также определяют их координаты: направление и дистанцию до обнаруженного объекта. Во втором случае происходит прием акустических сигналов (шума), по которому судят о наличии или отсутствии акустических целей, а также направление на них.

Морская реверберация появляется при использовании активных средств, так как главной причиной, вызывающей ее, является зондирующий излучаемый акустической антенной сигнал и неоднородности водной среды. Свойства зондирующего сигнала определяются техническими параметрами радиоэлектронного средства, а рассеивание этого сигнала вызывается исключительно состоянием водной среды.

Главными информационно-технологическими характеристиками реверберации являются длительность (протяженность) реверберации, спад интенсивности реверберации и величина амплитуды флуктуаций (рис. 1).

Длительность реверберации t_R определяется временем послезвучания после излучения зондирующего сигнала до момента его слияния с акустическим фоном, когда на уровне этого фона $I_{АФ}$ реверберационный сигнал будет не различим. Она измеряется в секундах. При решении ряда прикладных задач используют понятия протяженности реверберации, которая связана со временем зависимостью, определяемой скоростью распространения звука в водной среде C , а именно

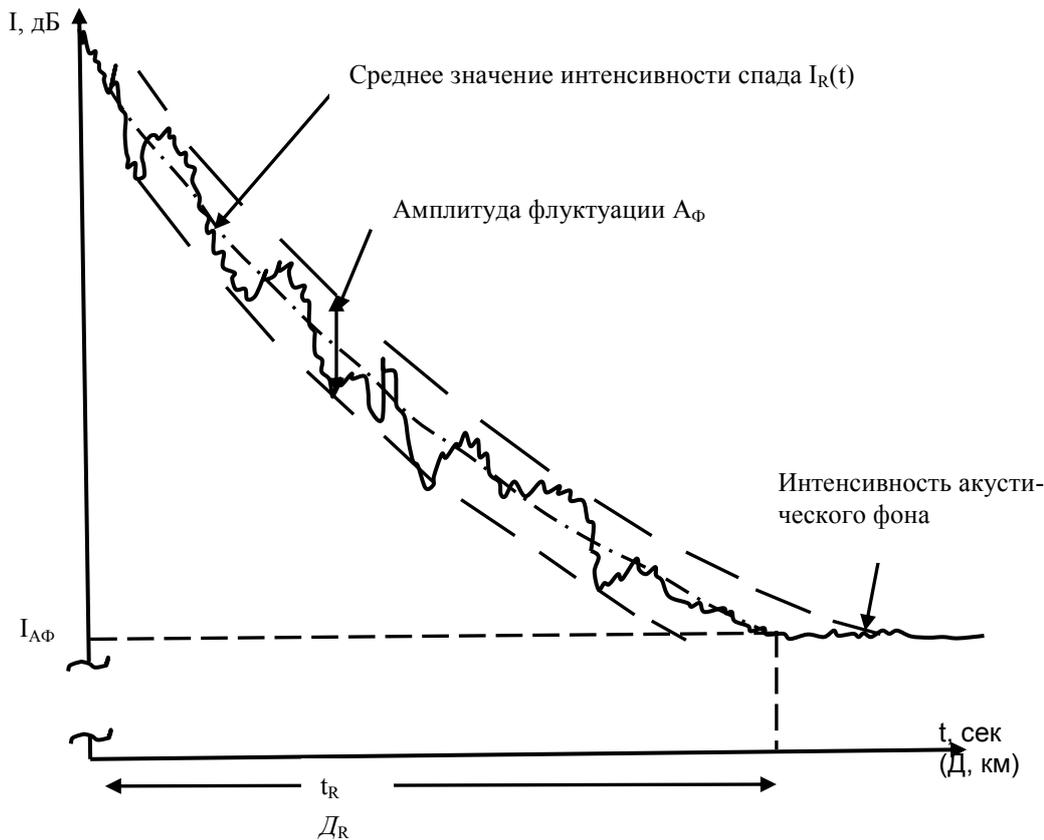


Рис. 1. Информационно-технические характеристики морской реверберации

$$D_R = \frac{C \cdot t_R}{2} . \quad (1)$$

Протяженность реверберации измеряется в метрах или километрах в зависимости от вида решаемых прикладных задач.

Спад интенсивности – это хаотическое изменение во времени интенсивности реверберации. Ее значения то резко падают, то наоборот – резко возрастают, но среднее значение интенсивности спада $I_R(t)$ имеет ярко выраженный убывающий характер. Как правило, бывает три принципиальных вида спада среднего значения интенсивности реверберации. Первый линейный, изображенный на рис. 1. Второй – вогнутый, когда интенсивность резко падает в первоначальные моменты, а затем достаточно длительно не может слиться с фоном. Третий – выпуклый, когда интенсивность в первоначальные моменты достаточно высока и соизмерима с интенсивностью зондирующего сигнала, а затем резко падает.

Характер флуктуаций реверберации от импульса к импульсу постоянно изменяется, но их величина (максимальная амплитуда флуктуаций A_ϕ) остается величиной постоянной. Для одного определенного района водной среды информационно-технологические характеристики морской реверберации остаются неизменными. Их еще принято называть фоновыми реверберационными характеристиками. Отклонение (ано-

мальные изменения) фоновых информационно-технологических характеристик свидетельствует об изменении состояния водной среды, ее поверхности, дна, водной толщи.

Следовательно, главными информационно-технологическими характеристиками морской реверберации являются ее протяженность, спад интенсивности и амплитуда флуктуаций. Изменение этих характеристик вызывается изменением в состоянии водной среды (например, появлением антропогенной примеси или другими факторами).

Варианты применения информационно-технологических характеристик морской реверберации

Рассмотрим два варианта наиболее частого применения информационно-технологических характеристик морской реверберации.

Первый, когда изменяются длительность (протяженность) реверберации, как показано на рис. 2,а.

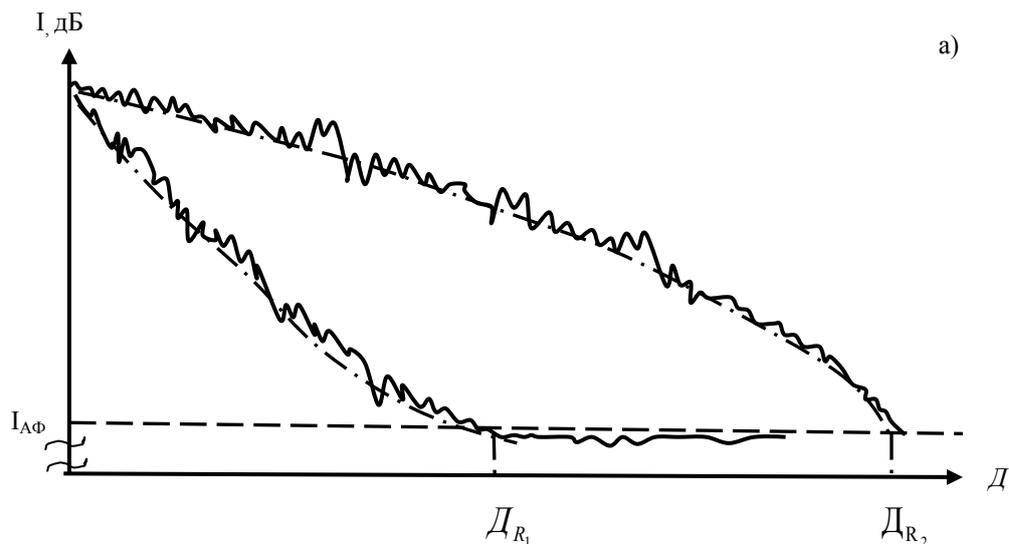


Рис.2. Изменение информационно-технологических характеристик морской реверберации: а) увеличение скорости водного потока

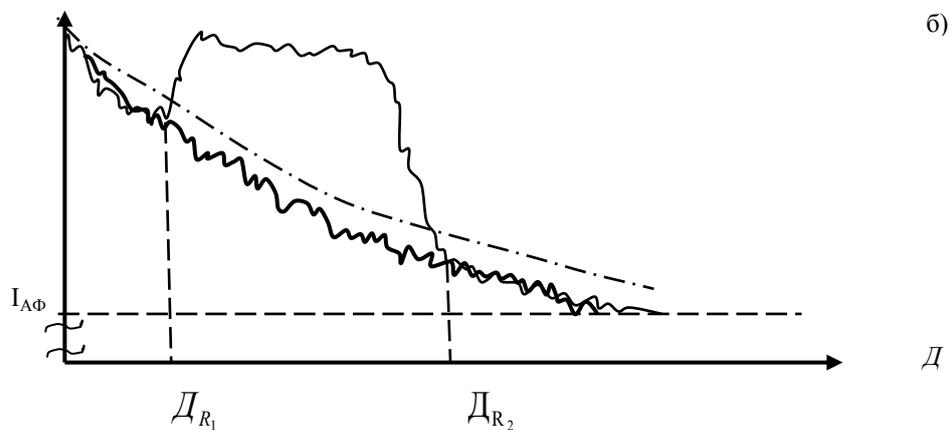


Рис.2. Изменение информационно-технологических характеристик морской реверберации: б) появление антропогенной примеси в водной среде

Подобное может происходить по причине увеличения скорости водного потока (скорости течения водной среды). При этом прослеживается четкая закономерность, со-

стоящая в том, что чем выше скорость водного потока, тем больше протяженность реверберации. И наоборот, чем ниже скорость водного потока, тем меньше протяженность реверберации. Эта ситуация происходит, когда наблюдается объемная реверберация. В случае поверхностной реверберации ее протяженность будет зависеть от степени волнения водной поверхности, то есть чем выше высота поверхностных волн, тем более протяженность реверберации, и наоборот.

Второй вариант, когда изменяется спад интенсивности реверберации, как показано на рис. 2,б. Такое изменение спада интенсивности реверберации вызывается антропогенной примесью, например, нефтяным пятном на водной поверхности, в случае поверхностной реверберации. Здесь начало роста интенсивности реверберации на удалении D_{R_1} будет соответствовать началу нефтяного загрязнения, а D_{R_2} - резкий спад интенсивности реверберации будет определять конец нефтяного пятна. Разница протяженностей D_{R_2} и D_{R_1} будет характеризовать протяженность нефтяного загрязнения.

В случае объемной реверберации подобное изменение спада реверберации будет определять начало, конец и протяженность объемного эмульгированного нефтяного загрязнения.

Информационно-технологические характеристики морской реверберации сохраняют свои свойства не только на морской акватории, но и в локальных водоемах (прудах, водохранилищах, бассейнах), водоводах, водопроводах, канализационных стоках, отопительных системах и т.д.

Следовательно, знание информационно-технологических характеристик морской реверберации создает предпосылки для использования этих свойств в водяных коммуникационных системах жилых домов и учреждений в интересах съема и передачи конфиденциальной информации.

Выводы

1. Реверберация – это эффект послезвучания, который создают в точке излучения-приема звуковые волны неоднородностями водной среды. В зависимости от пространственного распределения рассеивателей в водной среде ее разделяет на три вида: объемную, поверхностную и донную.

2. Главными информационно-технологическими характеристиками морской реверберации являются ее протяженность, спад интенсивности и амплитуда флуктуаций. Изменение этих характеристик вызывается изменением в состоянии водной среды (например, появлением антропогенной примеси или другими факторами).

3. Знание информационно-технологических характеристик морской реверберации создает предпосылки для использования этих свойств в водяных коммуникационных системах жилых домов и учреждений в интересах съема и передачи конфиденциальной информации.

Литература

1. Pechuk E.D. Modelling of chaotic and regular rhythms of cardiovascular systuns. Manuscript – Institute of Hidromechanics NASU, Kyiv, 2013.
2. Шулейкин В.В. Физика моря / Шулейкин В.В. – М.: Наука, 1968. – 1083 с.
3. Дивизинюк М.М. Акустические поля Черного моря. – Севастополь: Гос. океанариум. 1998. – 352 с.
4. Дивизинюк М.М. Введение в современную информатику / М.М. Дивизинюк, Б.С. Бусыгин, Г.М. Коротенко и др. – Севастополь: СКУЭИП, 2005. – 312 с.
5. Азаренко О.В. Спосіб виявлення нафтових забруднень на водній поверхні / О.В. Азаренко, М.М. Дівізінюк, Ю.Ю. Азаренко. Патент № 47201 А України. – Надрук. в Бюл. 17.05.2004. - № 5.

6. *Азаренко Е.В.* Акустический способ и устройство обнаружения антропогенных примесей в водной среде / Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк // Научно-практический журнал «Сучасна спеціальна техніка». - Київ: ДНДІ МВС України, 2011. – № 4(27). – С. 87 – 92.
7. *Гончаренко Ю.Ю.* Устройство акустического обнаружения иприта и других антропогенных примесей в водной среде / Ю.Ю. Гончаренко, М.М. Дивизинюк, М.И. Ожиганова и др. // Збірник наукових праць СНУЯЭиП. – Севастополь: СНУЯЭиП, 2011. – Вып. 21. – С. 56 – 66.

Надійшла до редколегії 15.02.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Петров А.С.

**Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко,
М.М. Дивизинюк, С.В. Лазаренко, М.І Ожиганова
ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСЬКИЙ
РЕВЕРБЕРАЦІЇ**

Розглядаються морська реверберація та її інформаційно-технологічні характеристики, що створюють передумови для їх використання у водяних комунікаційної дікаціонних системах житлових будинків і установ в інтересах знімання і передачі конфіденційної інформації.

Ключові слова: реверберація, морська реверберація, протяжність, спад інтенсивности, амплітуда флуктуацій, комунікаційна система.

**E.V. Azarenko, Yu.Yu. Goncharenko,
M.M. Divizinyuk, S.V. Lazarenko, M.I. Ozhiganova
INFORMATION TECHNICAL CHARACTERISTICS ON SEA
REVERBERATION**

Discusses the sea reverberation and its information and technological characteristics that create the prerequisites for their use in water communication systems of residential buildings and institutions in the interests of the pickup and transmission of confidential information.

Keywords: reverberation, sea reverberation, extent, intensity recession, amplitude of fluctuations, communication system.