

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/259839935>

Структура и возможности автоматизированной системы "Региональный экологический мониторинг морской среды"

Article · January 1993

CITATIONS

2

READS

26

5 authors, including:



Sergey Anatolievich Lebedev
Geophysical Center

212 PUBLICATIONS 1,095 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Климатические изменения интенсивности и повторяемости экстремальных гидрологических и метеорологических явлений в прибрежной зоне Краснодарского края и Абхазии [View project](#)



ALTICORE project [View project](#)

УДК 550.4

© 1993 г. В.П. КЕОНДЖЯН, М.И. КАБАНОВ, С.А. ЛЕБЕДЕВ,
О.И. ЛЕОНЕНКО, Б.С. ШМЕЛЬКОВ

СТРУКТУРА И ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МОРСКОЙ СРЕДЫ

Одним из актуальных направлений геохимических исследований является обеспечение экологического мониторинга окружающей среды, в частности морской среды. Экологический мониторинг моря, как известно [1], есть система наблюдений, анализа и прогноза состояния морских экосистем. Для эффективности осуществления мониторинга требуется максимальная автоматизация всех его компонент, в том числе создание информационных систем, ответственных за накопление и обработку полученной каким-либо образом экологически значимой информации. Один из видов деятельности в этом направлении – это использование существующих крупных центров данных и информационных систем (таких, как например, ВНИИГМИ-МЦД [2], НЦОД США [3], CORINE [4]) для формирования специализированных баз данных. Однако оперативность представления нужной информации в этом случае, по крайней мере в нашей стране, во многих случаях не может удовлетворить потребителя. В частности, при проведении экологических исследований конкретных морских регионов, в том числе в экспедиционных условиях, или организации регионального экологического мониторинга необходимо иметь возможность оперативной обработки как исторических массивов данных, так и текущих, поступающих от системы наблюдений экологически значимых параметров. Поэтому видится необходимым создание специализированных, автономных автоматизированных систем экологической направленности, обеспечивающих интерактивный режим работы с данными. Кроме того, для эффективности проведения анализа и прогноза экологической обстановки исследуемого региона эти системы вместе с обеспечением функции управления базами данных должны давать возможность потребителю решать содержательные задачи, т.е. иметь развитую моделирующую сеть. С этой целью в Институте геохимии и аналитической химии РАН была разработана автоматизированная система "Региональный экологический мониторинг морской среды" на базе ПЭВМ РС/АТ, отвечающая вышеупомянутым критериям. Из подобных разработок, имеющихся в нашей стране, можно отметить, например [5]. Представленная в данной статье система выгодно отличается от рассматриваемой в [5] своей реализованностью на базе персонального компьютера и простотой в эксплуатации и тиражировании. Надо отметить, что приводимая ниже система может быть легко адаптирована к геохимическим задачам другого характера.

Программные средства системы обеспечивают следующие возможности:

- 1) формирование суббаз натуральных данных с возможностью их пополнения и переструктуризации, поиск и отбор требуемой информации из находящихся под управлением системы суббаз, ее просмотр и, при необходимости, редактирование;
- 2) экспресс-анализ отобранных из суббазы данных в виде графической выдачи на экран дисплея горизонтальных или вертикальных распределений содержащихся в суббазе параметров;

3) расчет течений и ускоренной поверхности поверхности района моря по отобранному из суббазы гидрологическим данным посредством использования геострофической модели циркуляции. Возможна графическая визуализация полученных результатов, а также наблюдение в графическом режиме движения в вычисленном стационарном поле скоростей маркера, "брошенного" в некоторой точке рассматриваемого района;

4) получение картины распределения антропогенной примеси от задаваемых источников сброса загрязняющего вещества в рассматриваемом районе моря с помощью математической модели распространения и усвоения поллютантов с использованием, необходимой информации из суббаз и вычисленной средствами данной системы морской циркуляции.

Работа с системой производится в графическом диалоговом режиме посредством предоставления пользователю на каждом уровне диалога некоторого набора функциональных меню. Все уровни диалога, а также результаты экспресс-анализа или математического моделирования выводятся на экран дисплея на фоне реальной картины рассматриваемого района моря (в случае необходимости выводится также рельеф дна).

Система независима от используемых в ней сформированных определенным образом файлов береговой линии и рельефа. В настоящее время имеется возможность работы с данными по Черному и Средиземному морям. Приводимые ниже примеры работы системы относятся к информации из суббазы "Радиология", полученной в результате рейса 15А НИС "Академик Борис Петров" по Черному морю.

В данном рейсе сформированы несколько суббаз данных, в их числе: проблемно-ориентированные – радиология (^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{137}\text{Cs NaI}$), биология, гидрология; дисциплинарно-ориентированные – химия 1, химия 2, химия 3; регионально ориентированные – Бургас 1, Бургас 2, Бургас 3. В целом указанные суббазы включают >50 параметров.

Программное обеспечение системы можно разделить функционально на следующие основные блоки: блок выбора режима работы системы, блок загрузки, поиска и отбора информации; блок экспресс-анализа; моделирующая сеть.

БЛОК ЗАГРУЗКИ, ПОИСКА И ОТБОРА ИНФОРМАЦИИ

Данный блок разработан на базе загрузочного и информационно-поискового блока системы АРГОС [6]. Кратко о некоторых принципах построения АРГОСа. В основу структуры формируемых суббаз положена реляционная модель данных. Сами суббазы представляют собой дисковые файлы прямого доступа, информация в которых имеет вид массива гидрологических станций. Описание каждой станции распадается на призначную часть (паспорт) – собственно ряд измерений на различных глубинах параметров. Паспорта станций содержат следующие поисковые атрибуты: сквозной номер паспорта, архивный номер рейса, глубину моря в точке измерения, широту и долготу станции, время наблюдений, число измерений, максимальный уровень наблюдений (максимальная глубина станции), сезон, вспомогательные атрибуты. По этим атрибутам с возможным использованием логических операторов OR, AND, NOT строятся в диалоговом режиме критерии отбора информации из выбранной для работы суббазы. В результате поиска и отбора по этим критериям формируется суббаза отобранных паспортов в виде файла последовательного доступа на диске. Предусматривается использование двух суббаз паспортов. Имеется возможность просмотра на экране дисплея паспортов и рядов отобранных станций, а также копирование отобранной информации в файл пользователя.

Дополнительно к вышеизложенным возможностям АРГОСа, в разработанном блоке загрузки, поиска и отбора информации предусмотрены следующие возможности:

1) выдача на экран списка суббаз, находящихся в данный момент выбора режима работы системы; блок под управлением системы и выбор необходимой из него. Имеется возможность введения с экрана в список и соответственно в управление системой новых суббаз:

2) формирование суббаз данных в интерактивном режиме. При этом возможны следующие варианты: а) загрузка или дозагрузка суббазы из определенным образом сформированного файла; б) загрузка или дозагрузка суббазы с экрана дисплея; в) создание новой суббазы из имеющихся в наличии по какой-либо сформированной суббазе паспортов;

3) выбор интересующего пользователя района (создание критерия отбора информации) по реальной географической карте региона на экране дисплея с последующей телескопизацией изображения береговой линии;

4) редактирование и пополнение при необходимости с экрана находящихся в данный момент под управлением системы суббаз.

Кроме того, при загрузке суббаз в них заносится справочная информация о данной суббазе, которая при работе системы может быть выведена на экран. В эту информацию входят: число станций; координаты границ района, в котором расположены станции; максимальный уровень измерений; диапазон дат измерений; список параметров с физическими размерностями; краткая аннотация (произвольный, вводимый с экрана пользователем текст). Максимальное число горизонтов измерений на станции – 100. Максимальное число параметров морской среды для каждой системы в данной системе равно 32. Координаты станций в паспорте представляются с точностью до 0,1".

БЛОК ВЫБОРА РЕЖИМА РАБОТЫ СИСТЕМЫ

В этом блоке производится выбор нужного пользователю режима работы и передача управления соответствующему программному блоку.

Выделяются два основных режима: информационно-поисковый с возможностью загрузки новых суббаз данных (блок загрузки, поиска и отбора информации); режим обработки информации.

Режим обработки информации в свою очередь подразделяется на следующие режимы: экспресс-анализ (блок экспресс-анализа); моделирование (моделирующая сеть).

В случае выбора режима экспресс-анализа возможны следующие, задаваемые в данном блоке пользователем варианты работы: построение горизонтальных распределений интересующих параметров; построение вертикальных распределений параметров; получение топографии глубины залегания выбираемой величины заданного параметра.

Режим моделирования обеспечивает пользователю выбор работы либо с географической моделью циркуляции, либо с моделью распространения антропогенных поллютантов. При этом во втором случае возможно задание режима интегрирования по времени модели либо из начального состояния (с построением необходимых исходных массивов), либо из некоторой контрольной точки.

При задании режима обработки информации в данном блоке производится также: выбор нужной пользователю суббазы паспортов, выбор на высвечиваемой географической карте рассматриваемого района моря сеточных шагов по широте и долготе и соответственно размерностей двумерных массивов, необходимых для функционирования блока экспресс-анализа и моделирующей сети. При этом формируется массив рельефа дна для данного региона путем линейной интерполяции в полученные узлы регулярной сетки значений исходного, используемого в данной системе массива глубин. Минимально возможный размер выбираемой сетки 4×4 , максимальное число обрабатываемых точек – 900.

В состав данного блока входят следующие модули: 1) модуль построения изополей, 2) модуль вертикального разреза, 3) модуль построения изоповерхностей.

Первый модуль обеспечивает визуализацию картины горизонтального распределения выбранного параметра на заданной глубине. Картина отображается на экране на фоне береговой линии и рельефа рассматриваемого района (рис. 1). Возможна также, визуализация расположения отобранных станций, содержащих интересующий параметр на заданной глубине.

Модуль вертикального разреза позволяет построить вертикальное распределение интересующего параметра вдоль выбранного участка моря в заданном диапазоне глубин с нужной мощностью разреза. Минимальная мощность разреза равна 0,1". При этом распределение выводится на экран на фоне очертаний рельефа дна в задаваемой полосе моря (рис. 2).

В результате работы модуля построения изоповерхности на экран дисплея выводится на фоне береговой линии двумерная картина глубины залегания заданной пользователем величины параметра. На фоне полученной картины пользователь может получить изображение расположения станций, у которых заданная величина входит в диапазон измеренных значений рассматриваемого параметра (рис. 3).

В 1-м и 3-м модулях блока экспресс-анализа возможно использование фильтра Тьюки [7] для сглаживания проинтерполированных в узлы регулярной сетки значений рассматриваемого параметра. Максимальное число станций, обрабатываемых в данном блоке, равно 65534.

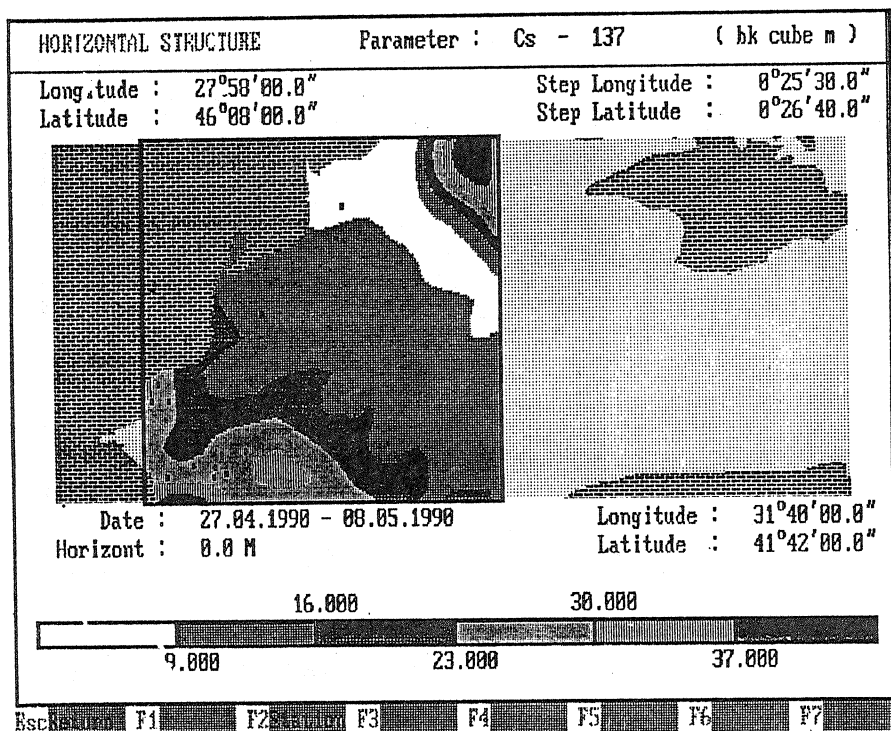


Рис. 1. Горизонтальное распределение ¹³⁷Cs на поверхности моря в выбранном районе Черными прямоугольниками отмечены рассматриваемые гидрологические станции

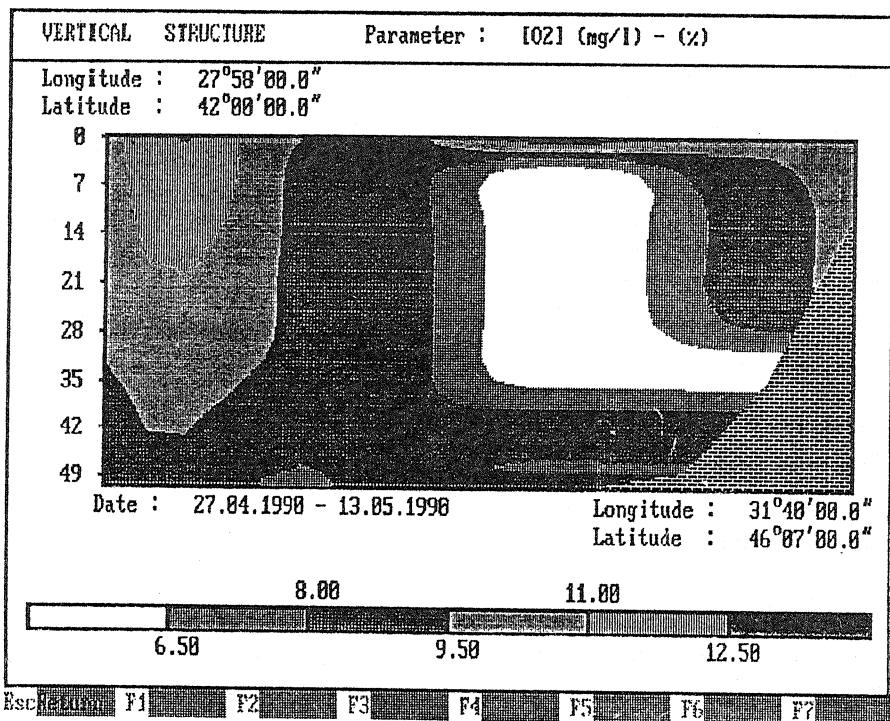


Рис. 2. Вертикальный разрез поля растворенного кислорода в диапазоне от 0 до 50 м, в выбранном на карте береговой линии направлении

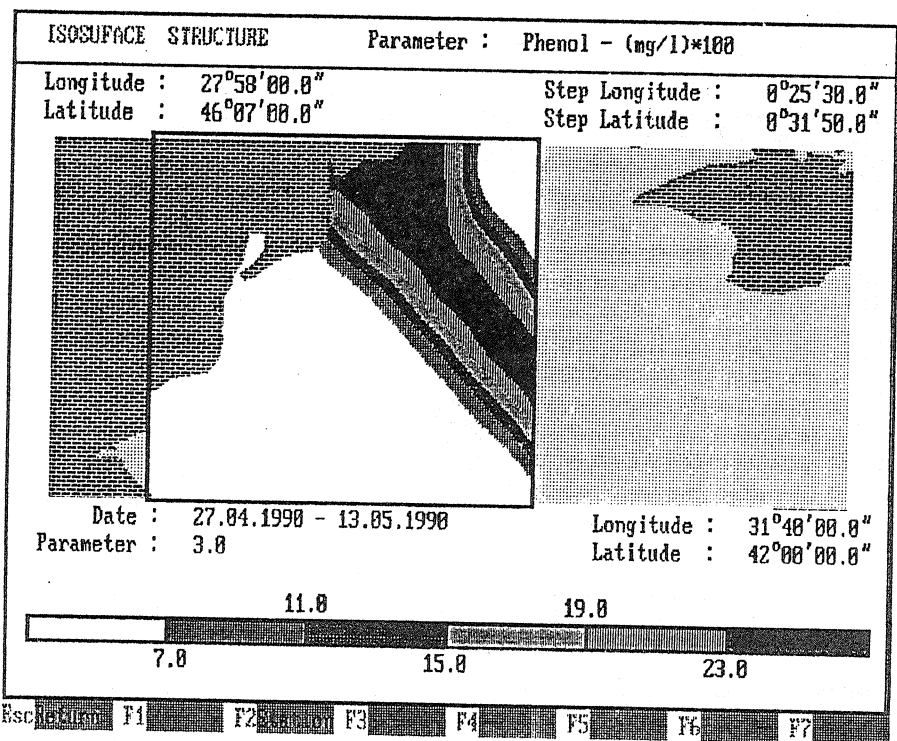


Рис. 3. Распределение глубины залегания фенола с концентрацией равной 0,03 мг/л в выбранном районе моря

Моделирующая сеть данной системы состоит из трех модулей. Первый модуль, вспомогательный, – модуль подготовки исходных данных для моделирования. Он обеспечивает выполнение следующих действий.

1. В случае задания в блоке выбора режима работы ветви геострофической модели производится формирование трехмерного массива плотности морской воды по отобранному из выбранной суббазы данных и проинтерполированным в узлы регулярной сетки (сетка задается в блоке режима работы) значениям температуры и солености. Для расчета плотности используется модифицированная формула ЮНЕСКО [7]. По вертикали массив плотности создается в зависимости от желания пользователя либо на стандартных горизонтах, либо на горизонтах, задаваемых пользователем с экрана. Причем максимальная глубина массива ограничивается максимальным уровнем измерений для рассматриваемой суббазы паспортов. Максимальное число горизонтов – 19.

2. Если в блоке выбора режима работы задан режим интегрирования из начального состояния модели распространения антропогенной примеси, то осуществляется формирование необходимого для этой модели массива поверхностной температуры. При желании пользователя возможно использование сглаживания массивов фильтром Тьюки.

Второй модуль моделирующей сети – геострофическая модель морской циркуляции. Эта модель, одна из наиболее простых для данного класса моделей, позволяет быстро получить картину течений в интересующем районе по исходным полям плотности и рельефа. Геострофическая модель описана, например, в [7]. В данной разработке в качестве вспомогательной функции для вычисления поля скорости используется динамическая уровенная поверхность моря. Узлы для расчета скорости сдвинуты относительно точек расчета уровенной поверхности (совпадает сеткой массива плотности) на половину сеточного шага, что повышает точность вычислений. Производные по пространству аппроксимируются конечноразностными выражениями второго порядка точности. Вычисления производятся в сферической системе координат. Надо отметить, что правдоподобность полученных результатов моделирования по этой модели очень сильно зависит от исходных полей плотности и рельефа. Для приближения к реальной картине циркуляции пользователь в данной системе может манипулировать размером сеточных шагов, а также применять в случае необходимости сглаживание исходного поля плотности, полученного в модуле подготовки исходных данных для моделирования.

Кроме вывода на экран полей скорости или уровенной поверхности пользователю предоставляется возможность визуализации движения маркера в полученном стационарном поле скоростей. Точка "сброса" маркера выбирается на реальной карте рассматриваемого района моря. Там же отображается движение маркера либо до принудительной остановки, либо в течение модельного времени, заданного пользователем.

Полученную картину можно интерпретировать как визуализацию процесса распространения пассивной консервативной примеси антропогенного характера.

Третьим модулем моделирующей сети является модель распространения и усвоения антропогенной примеси. Основы модельного подхода реализованного в данном модуле описаны, например, в [8]. В модели используется стационарное поле скоростей, рассчитанное в предыдущем модуле моделирующей сети, и исходное поле поверхностной температуры. Она применима к загрязняющим веществам, деструкция которых в первом приближении описывается экспоненциальным по времени законом; испарение в атмосферу и осаждение – линейные функции по времени. Примером такого загрязнителя являются нефтяные углеводороды. Все процессы рассматриваются в верхнем поверхностном слое, мощность 1 м (двумерная задача).

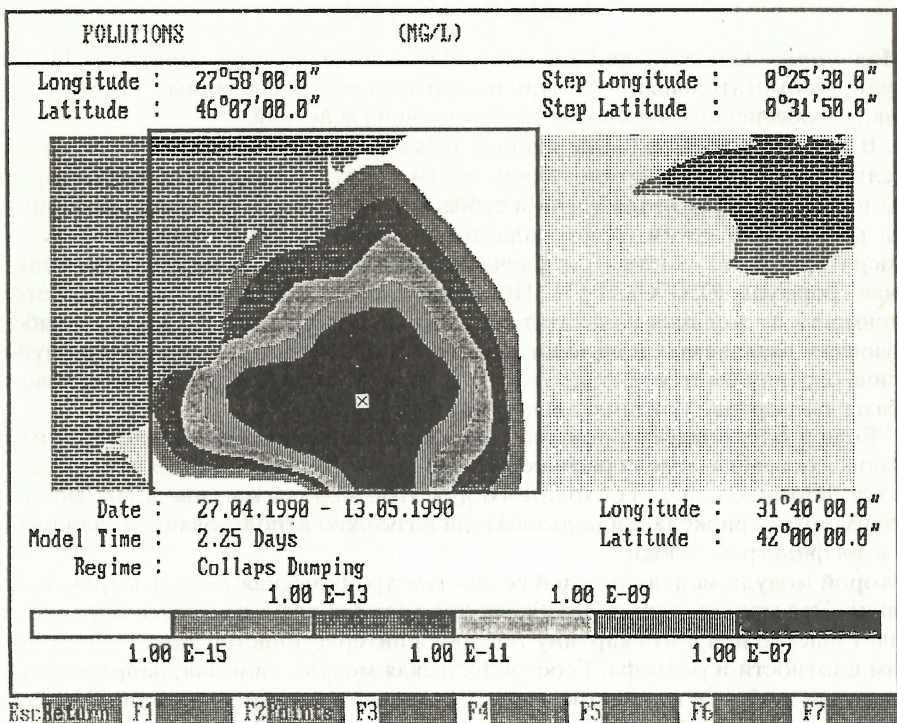


Рис. 4. Распределение загрязняющего вещества на поверхности моря по истечении 2,25 дней после аварийного сброса
Точка сброса отмечена крестиком

Предполагаются два режима работы модели: 1) аварийный сброс загрязняющего вещества в течение заданного времени; 2) наличие стационарных источников сбросов загрязнителя – в этом случае возможен выход системы на стационарный режим, т.е. получение установившейся картины распределения загрязняющего состава.

При осуществлении интегрирования модели из контрольной точки возможна смена режима сброса.

Численное решение уравнения основано на применении явных разностных схем. Граничные условия задаются следующим образом: на твердых границах – условие непротекания; на жидких границах – учитывается вынос примеси, пропорциональный скорости.

На рис. 4 представлено в качестве примера графическое отображение результата работы данной модели.

Разработанная система программно реализована в виде отдельных готовых к работе модулей, загружающихся в оперативную память компьютера для исполнения в зависимости от заданного режима работы системы. Процедура запуска на исполнение этих программ организована таким образом, что можно беспрепятственно наращивать систему новыми программными модулями.

Большинство программных единиц системы выполнено на языке FORTRAN 77. Модуль, отвечающий за перезагрузку в оперативную память компьютера различных программ, написан на языке TURBO-PASCAL. В процессе функционирования системы применяются стандартные возможности MS DOS. Для обеспечения работы экрана дисплея в графическом режиме при разработке программных модулей использовался графический пакет TOOLKIT, инициализированный применительно к монитору типа EGA.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. // Комплексный глобальный мониторинг Мирового океана. Тр. I Междунар. симпозиума. Л.: Гидрометеиздат, 1985. Т. 1. С. 19.
2. Ламанов В.И. // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. 1990. Вып. 151.
3. National Oceanographic Data Center User Guide. NOAA, USA. 1984.
4. Briggs D.J., Martin D.A. // European Environmental Review. 1988. V. 2. № 1. P. 39.
5. Алеев В.Р., Бритков В.Б., Васильев А.А., Шибеев С.Н. // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. 1990. Вып. 151.
6. Кабанов М.И., Кеонджян В.П., Стефанцев Л.А. // Тр. ГОИН. 1988.
7. Саркисян А.С., Демин Ю.Л., Бреховских А.Л., Шахалова Т.В. Методы и результаты расчета циркуляции вод Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 1986.
8. Практическая экология морских регионов. Черное море / Ред. В.П. Кеонджян, А.М. Кудин, Ю.В. Терехин. Киев: Наук. думка, 1990. С. 133.

Институт геохимии и аналитической химии
им. В.И. Вернадского РАН, Москва

Поступила в редакцию
29.05.92