

**В.И.Михайлов, д.г.н., А.Б.Капочкина**

*Одесский государственный экологический университет*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОДЗЕМНОГО ПИТАНИЯ ГИДРОСФЕРЫ**

*На фактическом материале рассматриваются процессы подземного питания Мирового океана. Показано, что инъекции подземных вод осуществляются порциями длительностью от нескольких часов до 3,5 суток. Полученные результаты важны как для изучения процессов взаимодействия литосферы и гидросферы, так и для изучения всей системы литосфера – гидросфера – криосфера – атмосфера.*

**Ключевые слова:** *изменчивость подземного питания, деформации, температурный режим, Мировой океан.*

**Введение.** В последние годы прямыми наблюдениями фиксируются природные феномены, свидетельствующие о том, что подземное питание гидросферы оказывается важной составляющей частью в формировании режимных характеристик Мирового океана и атмосферы [1,2]. Субмаринная разгрузка флюидов по тектоническим нарушениям морского дна формирует на поверхности океана отрицательные аномалии температуры [3]. В результате этих процессов в районах месторождений нефти на поверхности моря наблюдаются нефтяные пленки, а в водной толще – газовые факелы. Отрицательные температурные аномалии морской воды в летний сезон негативно влияют на курортную сферу.

По данным многолетнего мониторинга в Одесском районе в местах отрицательных аномалий температуры морской поверхности у дна фиксируются локальные очаги гипоксии [4].

Активная флюидная деятельность формирует над морской поверхностью повышенные концентрации аэрозоля, что в совокупности с температурными условиями формирует туманы [5]. В тропических зонах Мирового океана поднятие глубинных вод в местах субмаринной разгрузки флюидов является важным звеном процесса образования тропических циклонов [6].

В зимнее время [7,8] поднятие глубинных вод в местах субмаринной разгрузки флюидов в Черном море влияет на возникновение туманов парения, понижает уровень ледовитости, является необходимым условием формирования таких опасных природных явлений, как Новороссийская бора.

Важно отметить, что активизация флюидного режима литосферы одновременно охватывает обширные регионы. Апвеллинги формируются синхронно в разных районах, например в Одессе и Ялте. Кроме этого, активизация флюидного режима литосферы возникает как эпизодически, при прохождении деформационных волн, так и могут быть приурочены к определенным календарным датам. Так в Одессе по данным десятилетних наблюдений с 1989 по 1999г. установлено, что ежегодно 14 декабря и 16 января фиксируется рост температуры морской воды, в некоторые годы на 2°C. В работе [8], приводятся данные о синхронном увеличении температуры воды от 1 до 3°C в Черном и Балтийском морях с 26 января по 4 февраля 2001 г. Естественно, такой масштаб проявления геотермических потоков тепла влияет на климат.

На суше в результате активизации эндогенных процессов наблюдаются газовые аномалии в атмосфере, геотермические эффекты понижают точность прогноза погодных условий [5], а гидрогеодинамические процессы могут вызывать наводнения на реках [9]. Полученные разными авторами результаты важны как для изучения процессов взаимодействия литосферы и гидросферы, так и для изучения всей системы литосфера-гидросфера-криосфера-атмосфера.

Целью данной работы является исследование высокочастотной составляющей изменчивости интенсивности подземного питания гидросферы. Эти исследования выполнены в развитие темы, освещенной в работах [1,2].

Состояние изученности проблемы. Многолетними исследованиями установлено, что подземное питание гидросферы флюидами литосферы осуществляется дискретно во времени и в пространстве [1]. Данное исследование посвящено изучению высокочастотной составляющей режима разгрузки флюидов. Так как земная кора попеременно испытывает условия сжатия и растяжения, то периоды сжатия создают условия блокирования субмаринной разгрузки флюидов, а периоды растяжения – наоборот. Во внутримесячном масштабе максимальную амплитуду имеют деформации с недельным циклом, что создает попеременные условия сжатия и растяжения, каждый из которых длится 3,5 суток. [5]. Таким образом, активное подземное питание гидросферы водами литосферы периодически прерывается на 3,5 суток. Внутри периода растяжения земной коры длительностью 3,5 суток изменчивость активного питания не оценивалась.

**Материалы и методы исследования.** Для определения длительности временных промежутков, в пределах которых происходят поступления субмаринных флюидов в водную толщу океанов и морей, был проведен реанализ данных экспедиционных исследований флюидного режима литосферы, которые выполнялись в 1989-1998 гг. в рамках программы Министерства геологии РФ «Сейсмогеология РСФСР» (авторы морской части программы Г.Г.Ткаченко, Б.Б.Капочкин). Работы выполнялись на участке Кавказского шельфа Черного моря и на Тихоокеанском шельфе Камчатки.

Для решения поставленной задачи необходимы режимные наблюдения с малой дискретностью. Такие измерения были выполнены в Авачинской бухте, в районе с достоверно установленной субмаринной разгрузки флюидов. Как известно, причиной разгрузки флюидов является геотермическое тепло. В связи с тем, что обмен теплом за счет процессов теплопроводности на два порядка быстрее обмена веществом, то при выборе исследуемого параметра, было отдано предпочтение температуре.

**Результаты исследования и их анализ.** С 14 до 24 июня 1991 года с НИСП «В.Попов» каждые 2 часа выполнялось зондирование водной толщи комплексом «Гидрозонд». Одновременно, в придонном слое с помощью прибора АЦИТТ выполнялись измерения температуры с дискретностью 15 минут. В перерывах между зондированиями, комплексом «Гидрозонд» на этом же горизонте выполнялись измерения температуры с дискретностью 1 минута. В результате были сформированы временные ряды с синхронными измерениями температуры с дискретностью 1 мин, 15 мин и 2 часа. Ежеминутные наблюдения были эпизодическими. Анализ данных эксперимента показал, что 15 июня в период с 18 до 23 часов местного времени фиксировался рост придонной температуры. Разгрузка флюидов была связана с деформационным процессом, который нашел отражение в микросейсмических проявлениях с энергией  $1 \cdot 10^{11}$  Дж 16 июня в 02 часа местного времени на расстоянии 130 км от пункта наблюдений [10]. По данным ежеминутных измерений в придонном слое до и после разгрузки флюидов амплитуда колебаний измерялась сотыми долями градуса. В период разгрузки субмаринных флюидов с 18 до 23 часов абсолютные значения температуры в придонном слое превышали значение  $3,7^{\circ}\text{C}$ , не опускаясь ниже  $3,1^{\circ}\text{C}$ .

Полученные данные позволили установить, что субмаринные флюиды могут разгружаться на протяжении 4-5 часов. Анализ вертикальных распределений температуры позволил установить, что условия блокирования субмаринной разгрузки флюидов дольше условий, благоприятных для субмаринной разгрузки флюидов.

Во время следующего эксперимента с 9 по 19 сентября 1991 года с НИС «Плутон» выполнялись зондирования водной толщи комплексом «Нырок». В придонном слое приборами АЦИТТ выполнялись измерения температуры с дискретностью 5 и 15 минут и на расстоянии 5 метров над дном с дискретностью 15 минут. В этот период разгрузка флюидов была связана с геодеформационным процессом, который нашел отражение в микросейсмических проявлениях с энергией  $1 \cdot 10^{12}$  Дж 18 сентября в 20 часов местного времени на расстоянии 80 км от места наблюдений [10]. На рис.1 показаны изменения температуры. С 9 по 12 сентября 1991 года температура в придонном слое была стабильна и изменялась в диапазоне 5-6°C без выраженных периодических колебаний. Вечером 17 и 18 сентября температура в придонном слое увеличивалась практически на 2°C, возвращаясь утром 18 и 19 сентября к фоновым значениям порядка 5°C. По данным наблюдений в 30 минутном режиме удалось определить, что аномалия температуры в придонном слое надежно фиксируется на протяжении 10-12 часов.

Для изучения высокочастотной составляющей флюидного режима, по сути – частоты «впрыскивания инъекций» субмаринных флюидов в морскую среду, важно было оценить изменчивость этого процесса для периодов менее получаса. Для этого были выполнены статистические исследования сформированных временных рядов с измерениями температуры с дискретностью 30 и 5 минут. Ряд температур, измеренных с дискретностью 5 минут, был подвергнут процедуре высокочастотной фильтрации. Были удалены изменения температуры с периодами менее 30 минут. Изменчивость температуры полученного расчетного ряда должна сохранить тенденции низкочастотной изменчивости температуры измеренной с дискретностью 30 минут. Отклонения значений температуры, измеренные с дискретностью 30 минут, от рассчитанных значений показаны на рис.1. Отклонения температуры не превышают 10% значений аномального роста, что подтверждает достаточное качество статистического моделирования. Важным элементом сравнения качества расчетов есть соответствие спектральных характеристик расчетного и фактического ряда. На рис. 2, 3 приведены периодограммы рядов температуры, измеренных с дискретностью 5 минут (после процедуры высокочастотной фильтрации) и 30 минут. Периодограммы идентичны. Отфильтрованная высокочастотная составляющая значений температуры, измеренная с дискретностью 5 минут, была использована для расчета периодограммы (рис.4). Ее анализ позволяет характеризовать высокочастотные изменения температуры как бессистемные, т.к. вид периодограммы соответствует «белому шуму».

**Выводы.** В результате реанализа данных [10] о характере субмаринной разгрузки флюидов в Авачинской бухте перед землетрясением 18.09.1991 г. установлено, что температура морской воды, используемая как индикатор субмаринной разгрузки перед землетрясением, не имеет выраженной высокочастотной периодической составляющей. На фактическом материале показано, что инъекции подземных вод литосферы во внешние сферы может осуществляться порциями длительностью, измеряемой часами, без выраженной высокочастотной периодической составляющей (периоды менее 30 минут).

## Список литературы

1. Михайлов В.И., Капочкина А.Б. Циклические процессы гидрохимических условий Мирового океана // IV Международная научн.-практ. конф. «Динамика научных исследований - 2005», Днепропетровск, 2005г. – С.56-60.
2. Михайлов В.И., Капочкина А.Б. Основные принципы формирования гидрохимического режима Мирового океана с учетом подземного водообмена // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса. – №50. – 2005 (в печати).
3. Перерва В.М., Лялько В.И. Об эндогенной составляющей в температурной дифференциации поверхности Черного моря // Геологический журнал 1996, – №3/4. – С. 123-128.
4. Доценко С.А., Рубан И.Г., Тучковенко Ю.С. Прибрежный ветровой апвеллинг в одесском районе северо-западной части Черного моря и его влияние на гидрохимический режим прибрежных вод // Современное состояние экосистем Черного и Азовского морей 13-16 сентября 2005 г. – Донузлав. – С. 25.
5. Учитель И.Л., Ярошенко В.Н., Гладких И.И., Капочкин Б.Б. Основы неогеодинамики, сети газопроводов как элемент деформационного мониторинга. – Одесса, Астропринт. – 2000. – 144 с.
6. Конкин В.В., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В., Лисоводский В.В. Спутниковые наблюдения при решении теоретических вопросов тропического циклогенеза. // Первая международная конференция «Земля из космоса – наиболее эффективные решения» 26-28.11.2003, М.: БИНОМ, 2003. – С. 45-46.
7. Конкин В.В., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В., Лисоводский В.В. Мониторинг и прогноз специфических погодных условий подсеточного масштаба для обеспечения безопасности полетов авиации // Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції 23-25.04.2003. – Київ. – т.2. – С. 25.37-25.41.
8. В.П.Водоласков, Б.Б.Капочкін, Н.В.Кучеренко, В.В.Лісоводський Режим підстильної поверхні як фактор, що формував синоптичні умови в Європі в аномальну зиму 2000-2001 року. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса. – №44, 2002 – С.43-48.
9. Конкин В.В., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В., «Некоторые аспекты формирования наводнений с учетом влияния гидрогеодинамических факторов» // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса, 2003. – Вип. 47. – С.276-283.
10. Отчет по теме «Разработать методику краткосрочного прогноза разрушительных землетрясений в Средиземноморской и Тихоокеанской зонах СССР», научн. рук. Капочкин Б.Б., по заказу ВНИИОкеангеологии. – Ленинград, 1993. 156 с.

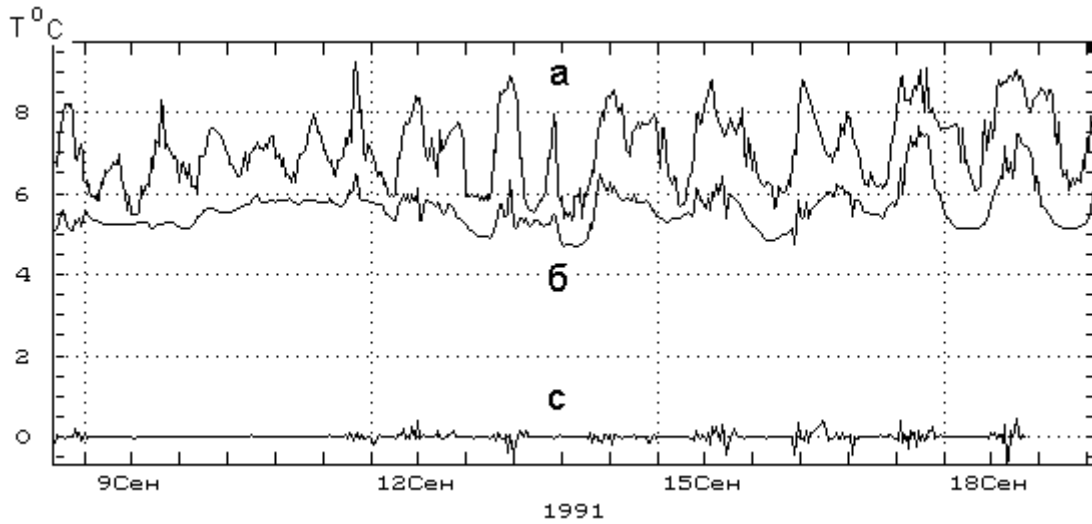


Рис.1 Изменения во времени температуры воды в придонном слое (б), на расстоянии 5 м над дном (а), разницы температур в придонном слое (значения после фильтрации минус измеренные) (с) в Авачинской бухте .

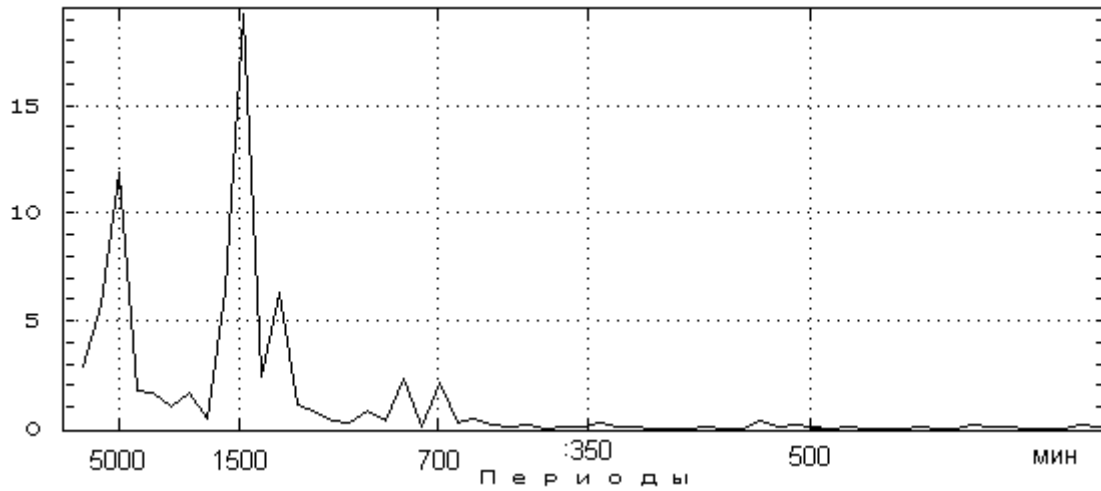


Рис.2 Периодограмма временного ряда температур в придонном слое Авачинской бухты (дискретность 5 мин., после высокочастотной фильтрации)

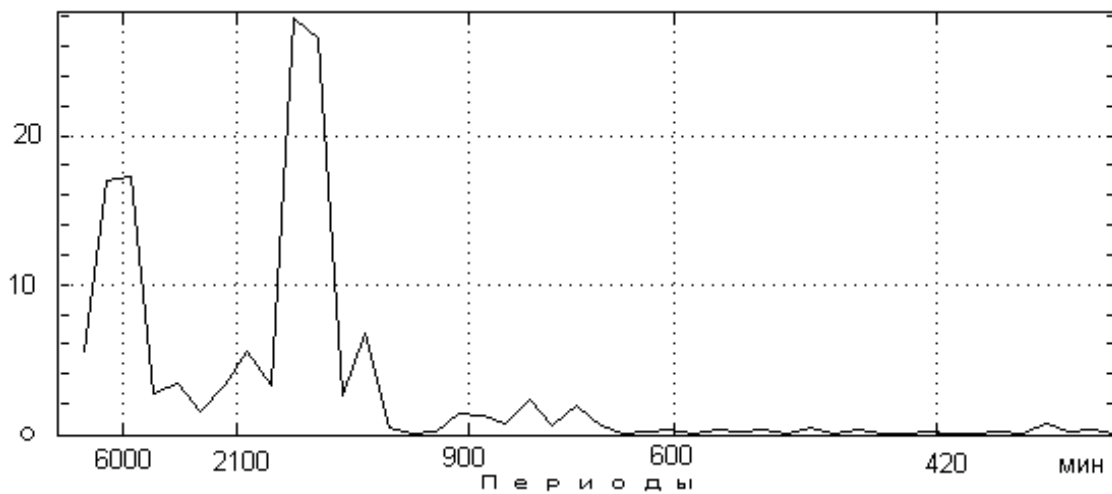


Рис.3 Периодограмма временного ряда температур в придонном слое Авачинской бухты (дискретность 30 мин.)

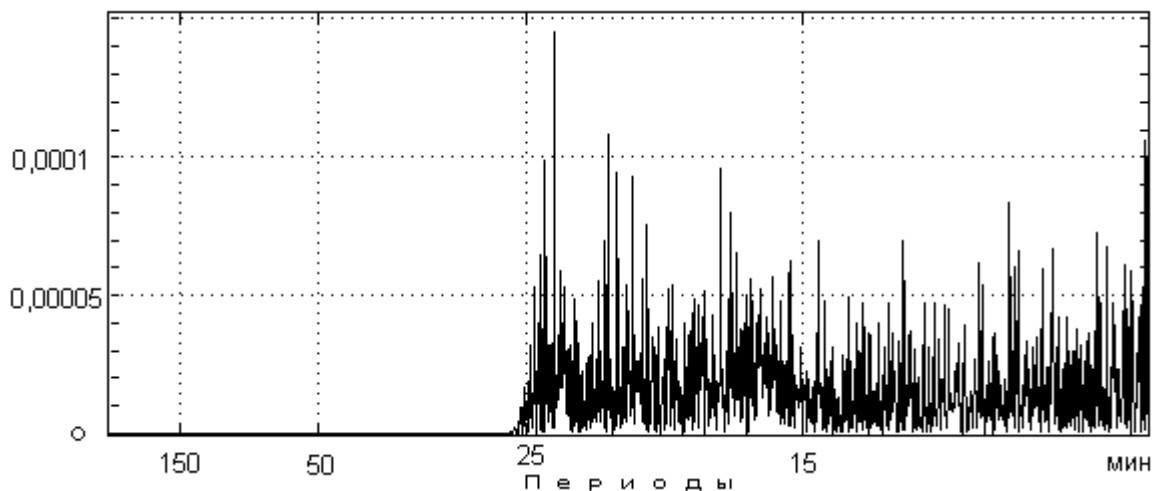


Рис.4 Периодограмма временного ряда температур в придонном слое Авачинской бухты (дискретность 5 мин., высокочастотная составляющая)

**Дослідження високочастотної складової мінливості інтенсивності підземного водообміну гідросфери. Михайлов В.І., Капочкіна А.Б.**

*На фактичному матеріалі розглядаються процеси підземного водообміну Світового Океану. Показано, що інекції підземних вод відбуваються порціями тривалістю від декількох годин до 3,5 діб. Отримані результати важливі як для дослідження процесів взаємодії літосфери та гідросфери, так і для дослідження всієї системи: літосфера – гідросфера – криосфера - атмосфера.*

**Ключові слова:** мінливість підземного водообміну, деформації, температурний режим, Світовий Океан.

**Research of high-frequency making variability of intensity of underground feed of hydrosphere. Mihaylov V.I., Kapochkina A.B.**

*On an actual material processes of a underground feed of World ocean are considered. It is shown, that injections of underground waters are carried out by portions duration from several hours up to 3,5 days. Received results are important as for studying processes of interaction of the lithosphere and hydrosphere, and for studying all system of the lithosphere - hydrosphere - criosphere-atmosphere.*

**Key words:** variability of a underground feed, deformation, a temperature mode, World Ocean.