

## Атмосфера

Atmosphere / Atmosphäre

УДК 551.556.464

**Капочкина А.Б.<sup>\*</sup>,  
Капочкин Б.Б.<sup>\*\*</sup>**



А.Б. Капочкина



Б.Б. Капочкин

### **Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы в районах акваторий на атмосферные процессы**

Капочкина Анастасия Борисовна, Магистр океанологии, аспирант, Государственная экологическая инспекция по охране окружающей среды Северо-Западного региона Черного моря. Одесса, Украина

E-mail: tsb1@mail.ru, nastia-82@mail.ru

Капочкин Борис Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, Национальная академия связи им. А.А. Попова. Одесса, Украина

E-mail: tsb1@mail.ru

В результате проведенных исследований, авторы показали, что режим эманаций глубинных газов в районах акваторий зависит от глобального геодеформационного процесса, эпизодически нарушающего сплошность геологической среды. Геодеформационные процессы проявлены не менее чем на 10% площади морского дна и характеризуются наличием периодической составляющей. Объемы глубинных газов достаточны, чтобы влиять на компонентный состав атмосферного воздуха в пограничном слое океан-атмосфера. Они могут способствовать образованию областей пониженного давления, которые в тропической зоне, при наличии других необходимых факторов, формируют тропические циклоны. Системный характер процессов эманации глубинных газов может служить объяснением существующих закономерностей глобального тропического циклогенеза.

**Ключевые слова:** Мировой океан, флюид, глубинные газы, атмосферные процессы, гидросфера, тропические циклоны, глубинный массоперенос, геодеформации.

#### **Введение**

Глубинная дегазация Земли — ведущий планетарный процесс. Наиболее значимыми аспектами его влияния на атмосферу являются поступления в нее водорода, метана и углекислого газа. Поступление в атмосферу водорода, как правило, рассматривают с позиций последующих изменений в озоновом слое атмосферы и как фактор, способствующий возникновению тропических циклонов.

Большая часть глубинных газов Земли попадает в атмосферу через толщу морских и океанских вод. Водород, метан, и другие газы могут подниматься к поверхности океана в различном фазовом состоянии: на больших глубинах в виде жидкой фазы, а ближе к поверхности в виде газовой фазы. Часть газов на океанском дне трансформируется в газо- и кристаллогидраты. Полярные газы «растворяются» в гидросфере путем химической реакции с водой. Так ведут себя, например, углекислый газ, сероводород. Такие газы не образуют пузырьков. Неполярные газы растворяются в воде механически (молекулы газа находятся между молекулами воды). Их нахождение в растворе обусловлено температурой среды, соленостью, динамическими характеристиками (перепадами давления при волнении). К неполярным газам относят водород, кислород, азот, углеводородные газы. Для неполярных газов в растворенном виде газообмен на границе океан-атмосфера регулируется законом Генри. В зависимости от температуры, давления, солености воды изменяется процентное насыщение неполярных газов и условия их перехода в свободное состояние (пузырьки). При движении пузырька газа через водную толщу, в соответствии с законом Генри, происходит переход растворенных газов в пузырек, где парциальное давление газа обычно ниже. По этой причине в районах выхода неполярных газов в свободном виде

**Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы**

происходит дополнительная дегазация океанской среды.

Низкая растворимость водорода и углеводородных газов в морской воде, позволяет осуществлять их прямой транзит из литосферы в атмосферу. При этом могут возникать аномалии углеводородных «парниковых» газов над зонами повышенной проницаемости земной коры.

Углекислый, сернистый газы, сероводород вступают в реакцию с водой гидросферы, формируя буферные системы, регулирующие обмен этими газами Мирового океана и атмосферы.

**Актуальность проблемы глубинного массопереноса  
через гидросферу в атмосферу**

Процессы массопереноса из мантии и литосферы во внешние оболочки оказывают существенное влияние на эти (подвижные) оболочки Земли. Хлоридный состав вод Мирового океана и постоянство солевого состава вод океана обусловлено поступлением в Мировой океан элемента хлора из глубин Земли через тонкую океаническую кору [Взаимодействие в системе литосфера — гидросфера 2010. с. 154]. Динамика озона в атмосфере Земли (обеспечивающего поглощение ультрафиолетового излучения) контролируется потоками водорода из Земных недр [Сывороткин 2002]. Наличие кислорода в атмосфере (обеспечивающего жизнь на Земле) и постоянство его процентного содержания в районах тропической зоны и Антарктики так же объясняют поступлением из земных недр [Бгатов 1985, Малахова, Голубева 2013].

**Изученность проблемы**

Высокие температуры и давления в земных недрах способствуют массопереносу из глубин Земли в гидросферу и атмосферу. Активность массопереноса зависит от проницаемости литосферы, которая может рассматриваться как показатель пространственно-временной изменчивости сплошности геологической среды. Открытие Вартаняна-Куликова [Вартанян 1982] показало зависимость уровня подземных вод от геодеформаций, а не от землетрясений, как это считалось ранее [Султанходжаев 1992].

Проницаемость земной коры для глубинных флюидов обусловлена в первую очередь степенью ее дизъюнктивной деформированности. В монографии [Взаимодействие в системе литосфера — гидросфера... 2010, с. 154] показано, что 7,5—11% площади морского дна шельфовой зоны подвержено влиянию субмаринной разгрузки флюидов. И это влияние часто является определяющим для химического состава воды. Этот вывод согласуется с теорией К.Ф. Тяпкина [Тяпкин 1993]. В соответствии с ней, в результате блоковой делимости литосферы, 15% площади можно отнести к границам тектонических блоков, т.е. к зонам повышенной проницаемости земной коры.

П.Н. Кропоткин [Кропоткин 1986] показал зависимость активности вулканизма от годового цикла изменения объема Земли. Автором приводятся данные об июньском максимуме вулканической активности в связи с изменениями объема планеты (радиус Земли в течение года изменяется на 20 см). Изменения объема Земли на коротких временных промежутках подтверждены исследованиями чередования вулканизма в зонах спрединга и зонах субдукции [Геодеформації, їх вплив на інженерні споруди... 2012. с. 366]. Глобальное проявление вулканизма в зонах спрединга объяснено процессами расширения Земли. Глобальная активизация вулканизма в зонах субдукции объяснена процессами сжатия. Наряду с изменениями объема Земли, имеют место изменения ее формы.

Известна годовая мода геодеформаций, в соответствии с которой, Северное полушарие расширяется в феврале-марте и сжимается в августе-сентябре. Соответственно, Южное полушарие расширяется в августе-сентябре и сжимается в феврале-марте. Эти процессы объясняются «поплавковыми колебаниями» Земли вдоль оси вращения во время орбитального движения [Геодинамика. Основы кинематической геодезии... 2007, с. 264]. Изменения формы Земли (сплюснутости) синхронизованы с изменениями угловой скорости её вращения вокруг своей оси.

В условиях растяжения земной коры объем горных пород может увеличиваться на 2% [Вартанян 1998]. В таких условиях можно предполагать и увеличение проницаемости земной коры для глубинных флюидов.

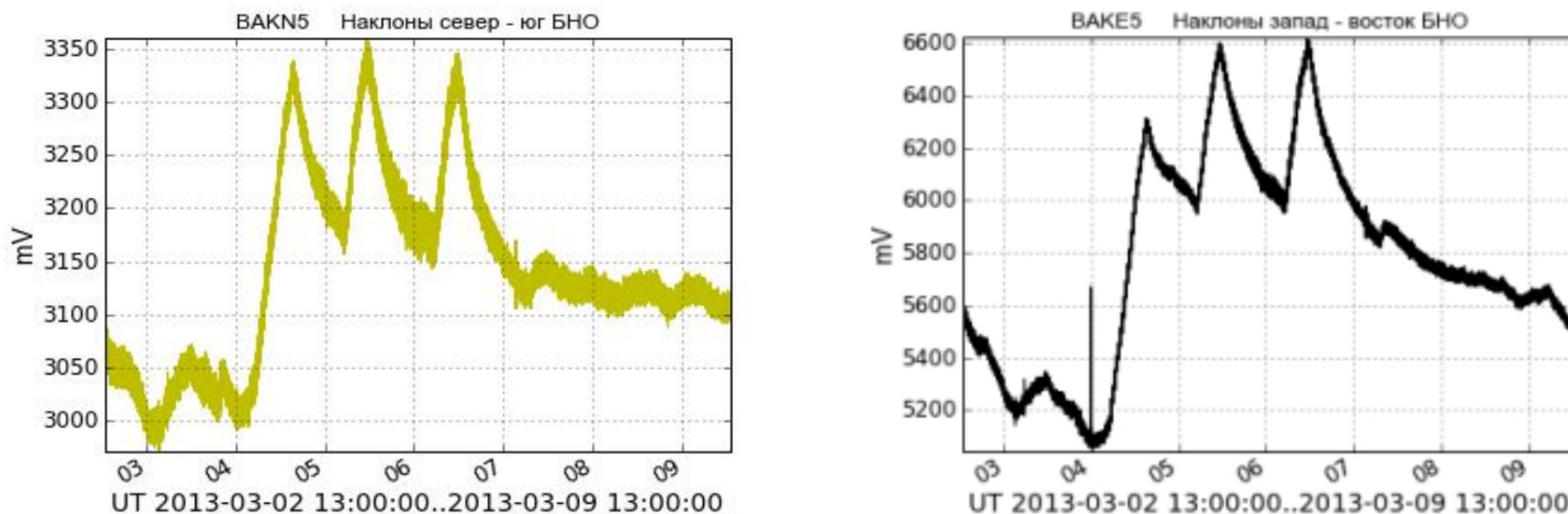
Асейсмические геодеформации измеряются с использованием методов спутниковой геодезии; геодеформации с периодами от секунд до нескольких минут фиксируются широкополосными сейсмографами. Этот класс асейсмических реверсивных геодеформационных процессов проявляется в пространстве повсеместно, но локализовано. Амплитуда этого типа геодеформаций является показателем изменения сплошности геологической среды. Амплитуда геодеформаций с периодами в диапазоне секунды-минуты может достигать 50 см. Геодеформации с периодами более 20 минут имеют амплитуду около 10 см, горизонтальные смещения — 5 см. Геодеформации земной поверхности, создаваемые приливами в твердом теле Земли с суточным и полусуточным периодом, в зависимости от широты, могут достигать 15—20 см. Реверсивные геодеформации, фиксируемые во время экстремумов угловой скорости вращения Земли (период 6—8 суток), могут достигать 30—40 см.

Максимальная амплитуда геодеформаций, в принципе, убывает по мере увеличения периода. Для землетрясений максимальная амплитуда вертикальных смещений может достигать метров; для реверсивных асейсмических геодеформаций — десятков сантиметров, долгопериодных межгодовых геодеформаций — десятков миллиметров.

В качестве источника информации о геодеформациях использована база данных ИЗМИРАН (Баксанская обсерватория).

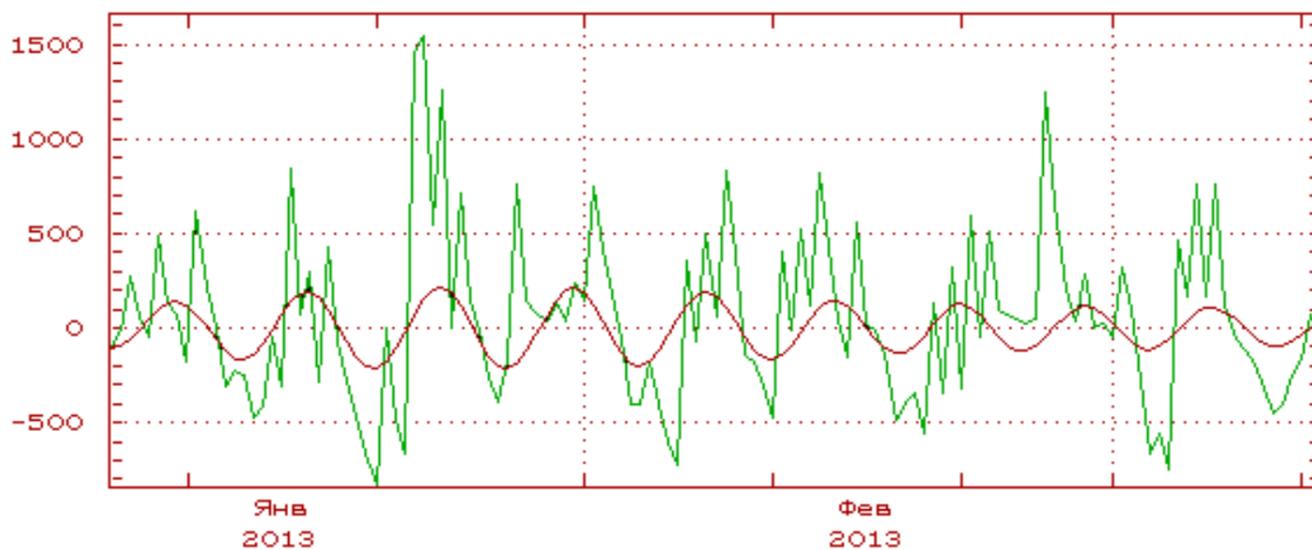
Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

рия, 43°16' с.ш. 42°41' в.д.). Нами совместно с ПАО «Одессгаз» проанализированы результаты наклономерных измерений на Кавказе в январе-марте 2013 г. Пример таких измерений 2—9 марта 2013 г. показан на **рис. 1**.



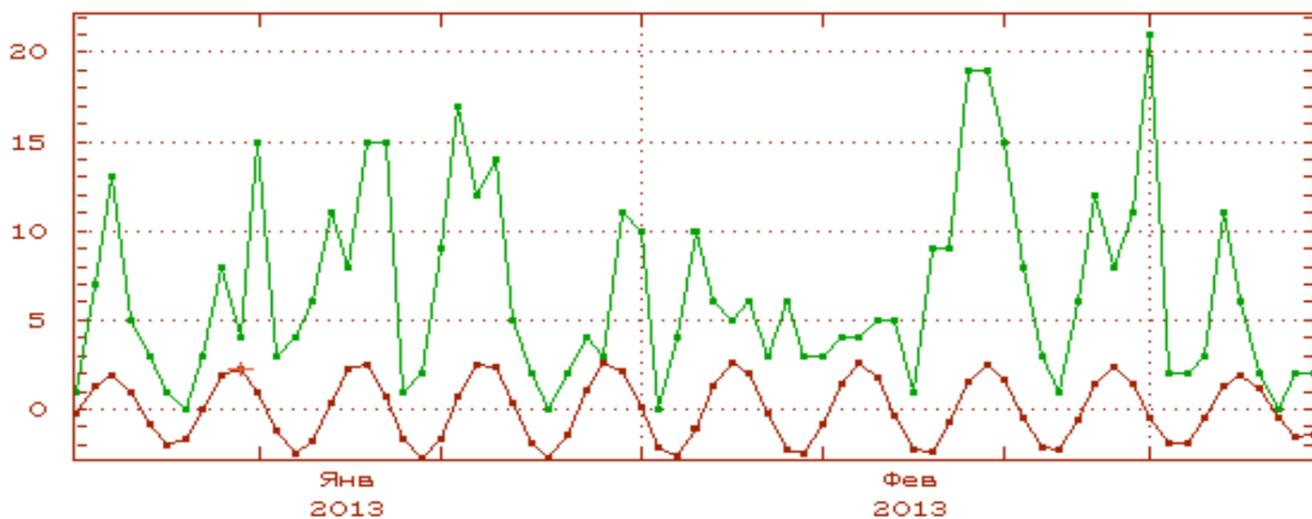
**Рис. 1.** Результаты измерения наклонов поверхности Земли (с сайта Баксанской обсерватории ИЗМИРАН <http://forecast.izmiran.ru/bak.html>)

На **рис. 2** показано, что 5—7.03.2013 г. ежедневно раз в сутки земная поверхность наклоняется и возвращается в прежнее положение. На основании этих данных сформирован временной ряд наклонов земной поверхности. Изменения амплитуды центрированных значений суточных наклонов земной поверхности и недельная цикличность этих деформаций приведены на **рис. 2**.



**Рис. 2.** Изменение во времени центрированных значений наклонов поверхности Земли с выделенной недельной цикличностью (красная)

На **рис. 3** показаны изменения суточного числа разгерметизаций газопроводов ПАО «Одессгаз» и недельная цикличность этого процесса.

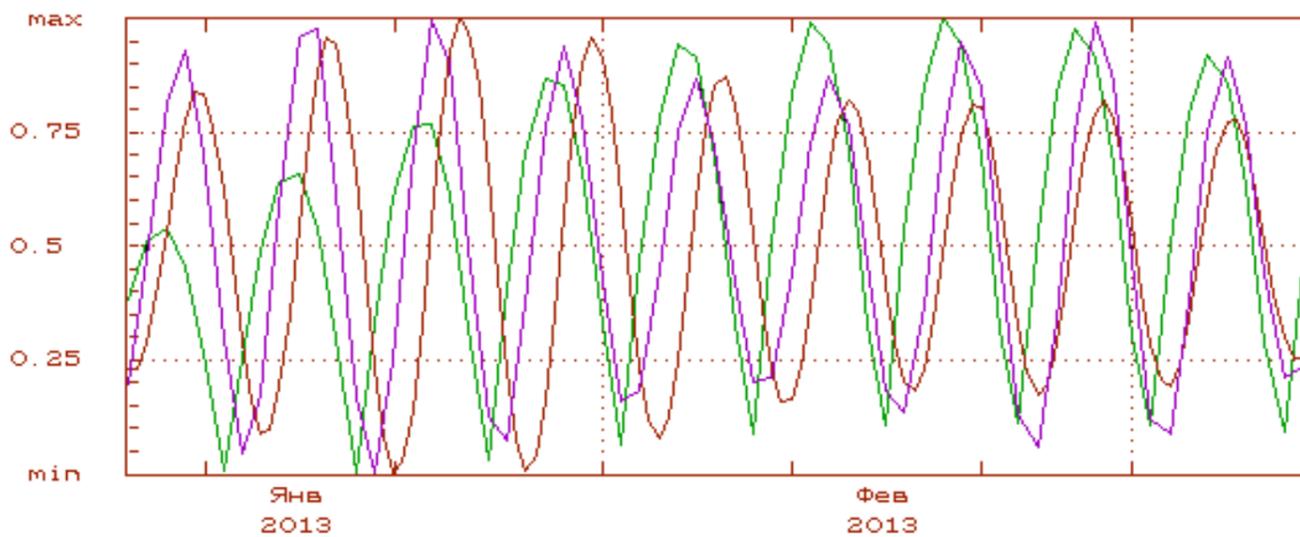


**Рис. 3.** Изменение во времени суточного числа аварий газопроводов (зеленая), недельного цикла (красная)

Установлено, что в дни фиксации изменения наклонов земной поверхности в районе Кавказского хребта возрастает число разгерметизаций газопроводов в Одессе. Это подтверждает глобальное, а не локальное проявление геодеформаций. Разгерметизации газопроводов недельного геодеформационного цикла обычно связывают с двухнедельными зональными приливами в твердом теле Земли [Геодинамика. Основы кинематической геодезии... 2007, с. 264].

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

Изучены изменения угловой скорости вращения Земли в рассматриваемый период и выполнен расчет значений двухнедельной гармоник, взятые по абсолютной величине. Показано, что еженедельные экстремумы угловой скорости вращения предваряют трехдневные циклы наклонов поверхности, вслед за которыми активизируются техногенные аварии. Недельные гармоник три указанных процессов показаны на **рис. 4**.



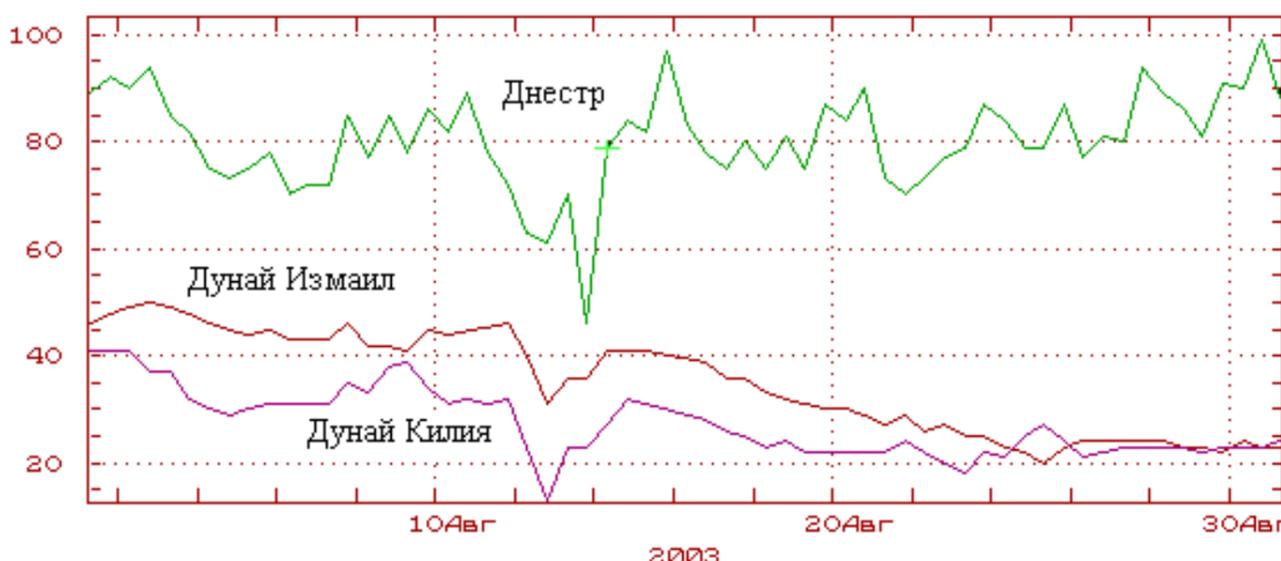
**Рис. 4.** Недельные гармоник: угловой скорости вращения Земли, взятые по абсолютной величине (зеленый), наклонов земной поверхности (сиреневый), аварий газопроводов (красный)

Циклические изменения ускорения угловой скорости вращения Земли формируют циклические нарушения сплошности (проницаемости) геологической среды и, соответственно, циклические активизации флюидной деятельности. Например, в Камчатском регионе выявлены периодичности флюидной деятельности с периодами 7, 14, 28, 56 суток [Взаимодействие в системе литосфера – гидросфера... 2010, с. 154]. Сходные результаты получены и при анализе временных рядов подпочвенной концентрации водорода на Хибинском массиве [Сывороткин и др. 2008]. Показано, что разным временным интервалам отвечают циклические процессы, характеризующиеся разными периодами деформаций.

Усиления флюидной активности межгодового временного масштаба происходят в условиях минимальной угловой скорости вращения Земли. На основании этого положения, Е.А. Черкез предложил ротационно-фильтрационную модель водного баланса Куяльницкого лимана [Черкез и др. 2012]. Автором показано, что при уменьшении угловой скорости вращения Земли, проницаемость литосферы увеличивается и Куяльницкий лиман получает дополнительное питание подземными водами.

Асейсмические геодеформации имеют реверсивный характер. Половина периода геодеформации — сжатие, половина периода — растяжение, т.е. нарушение сплошности геологической среды, проявление деформаций поверхности Земли (наклонов), техногенные аварии и активизация флюидной деятельности перемежаются их отсутствием. На стадии сжатия могут формироваться землетрясения. Рассмотрим несколько примеров нарушения сплошности геологической среды в связи с геодеформационными процессами и сейсмическими проявлениями.

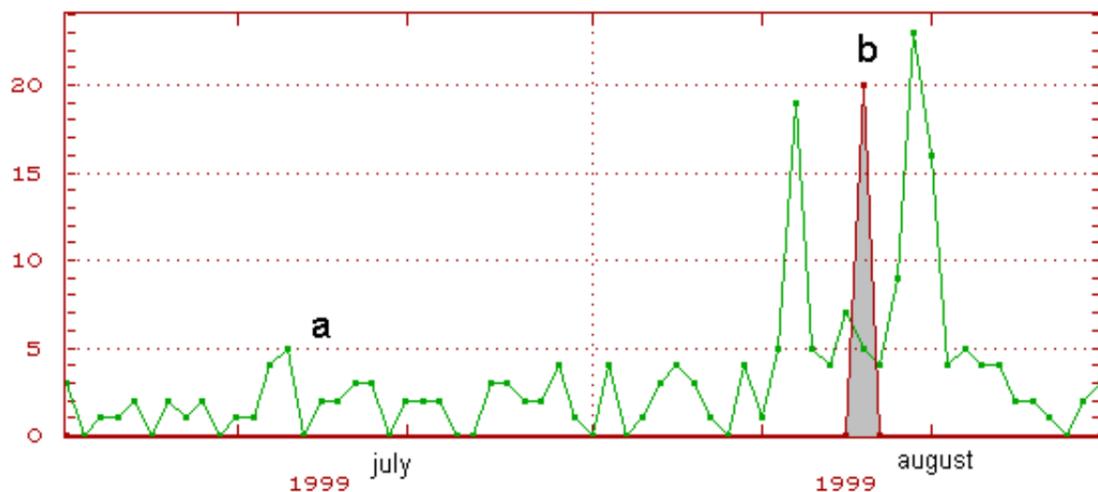
**Пример 1. Нарушение сплошности геологической среды в связи с землетрясением в Греции, в районе о. Лейкас  $M = 6.3$ . 14.08.03 в 05 час. 14 мин.** [Капочкина, Капочкин 2004, pp. 587,590]. На **рис. 5** показаны изменения уровня рек Дунай и Днестр, которые расположены на расстоянии более 1000 км от эпицентра. Видно, что с 11 по 13 августа 2003 г. уровень указанных рек синхронно снижался (в Днестре на 40 см). Высказано предположение о том, что синхронное падение уровня рек связано с отбором воды в горные породы в условиях растяжения. В последующем, началось сжатие, и уровень рек начал подниматься. Это длилось, судя по уровню р. Днестр, с 14 до 16 августа (уровень поднялся на 60 см). На фазе сжатия (14 августа) произошло землетрясение в Греции. Таким образом, условия повышенной проницаемости земной коры могут существовать несколько суток.



**Рис. 5.** Изменение во времени уровня воды на р. Днестр (п. Маяки) и р. Дунай в двух пунктах (п. Измаил, п. Киля) [Капочкина, Капочкин 2004, pp. 587,590]

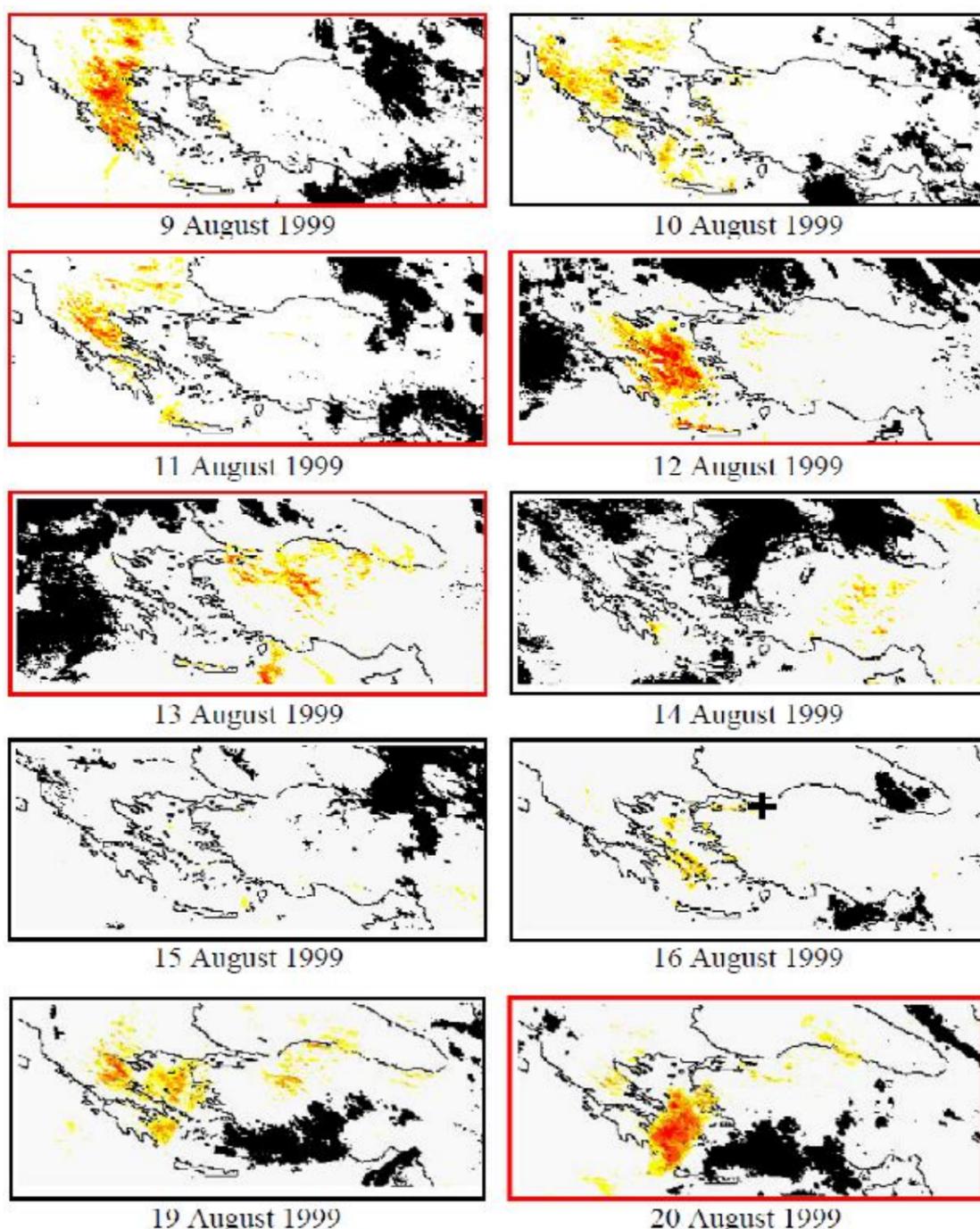
Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
 в районах акваторий на атмосферные процессы

**Пример 2. Нарушение сплошности геологической среды в связи с катастрофическим землетрясением в Турции 17 августа 1999 г. (рис. 6).** На рис. 6 показано, что 13 августа 1999 г. года в Одессе зафиксированы разрушения газопроводов, связанные с нарушением сплошности геологической среды (количество аварий возросло в четыре раза). Повторные геодеформации зафиксированы через 7 суток (19—21 августа). На фазе сжатия 14—18 августа произошло землетрясение с катастрофическими последствиями в Турции.



**Рис. 6.** Изменчивость во времени: (а) - интенсивности пластических деформаций в Одессе по данным регистрации количества разрушений газопроводов; (b) - дата катастрофического землетрясения в Турции 17 августа 1999г. [Геодинамика. Основы кинематической геодезии... 2007, с. 264]

Высказанное предположение о нарушении сплошности геологической среды перед и после землетрясения, подтвердилось результатами исследований А.А. Тронина [Тронин 2011]. Автором установлено, что 12 и 20 августа в акватории Эгейского моря, т.е. практически синхронно с авариями газопроводов в Одессе, зафиксированы положительные тепловые аномалии. По нашему мнению, тепловые аномалии обусловлены явлением эрлифта (подъемом к поверхности моря газов в свободном виде). В этом случае на поверхности моря формируются пленки, теплоемкость которых по сравнению с водой ниже, а температура соответственно выше (рис. 7).



**Рис. 7.** Аномалии тепловых потоков на поверхности Эгейского моря [Тронин 2011].

Тепловая ИК:  
 ⊗ (r,t) > 2  
 ⊗ (r,t) > 2,5  
 ⊗ (r,t) > 3  
 ⊗ (r,t) > 3,5

**Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы**

Непосредственное поднятие к поверхности глубинных вод обычно сопровождается отрицательными аномалиями температуры морской поверхности [Перерва, Лялько 1996, с. 123, 128].

**Влияние глубинных эндогенных геологических процессов на погоду и климат**

Влияние глубинного тепло- и массопереноса на атмосферные процессы рассмотрено в работе М.Р. Милькиса [Милькис 1986]. Автором по данным 100-летних наблюдений в Средней Азии показано, что перед активизацией тектонической активности фиксируются аномалии геотермических потоков тепла, аномалии атмосферных осадков.

Влияние геодеформаций месячного цикла на погодные условия рассмотрено в монографии [Формування погодних умов в морських та прибережних районах... 2007, с. 142]. В работе уделено внимание тропическим циклонам (ТЦ) — стихийному бедствию, очень опасному по частоте возникновения, по количеству погибших людей и по экономическому ущербу.

Условия образования ТЦ хорошо известны. Они возникают в районах с высокой температурой воды, что обеспечивает испарение с поверхности океана и насыщение приводного слоя атмосферы водяным паром. Второе условие — малый градиент скорости ветра по высоте (при больших градиентах конвективные облачные ячейки неустойчивы). Энергией для возникновения и существования тропического циклона является энергия фазового перехода воды, выделяемая при конденсации водяного пара в атмосферу. Пока ураган движется над океаном, энергия фазовых переходов позволяет ему существовать; выйдя на сушу, тропический циклон теряет связь с источником энергии и быстро заполняется. В работе [Казаны и др. 2012] по результатам обработки спутниковых данных об объемах сконденсировавшейся влаги (архивные данные проекта TRMM) показано, что активность тропического циклона имеет суточную составляющую. Суточный максимум энергии конденсации водяного пара фиксируется в ночное время, когда температурные контрасты в системе вода-воздух максимальны.

В процессе конденсации объем, занимаемый водяным паром, заполняется жидкой водой, объем которой в 800 раз меньше. В результате этого удельная плотность воздуха и, соответственно давление столба воздуха снижаются. Сформировавшийся «глаз бури» ТЦ обеспечивает доступ из высоких слоев атмосферы к морской поверхности «сухого» воздуха, что обеспечивает в приводном слое формирование значительных градиентов парциального давления водяного пара и работает как «насос» по подаче воды из океана в атмосферу.

В подтверждение теории В.Л. Сывороткина [Сывороткин 2002] рассматриваются и такие источники водяного пара в атмосфере, как реакция кислорода с водородом и метаном [Цимбалюк и др. 2013]. Показано, что поступление воды в атмосферу происходит не только в результате испарения с морской поверхности, но и в результате химической реакции кислорода с эндогенным водородом; в результате окисления метана и его гомологов, продуктом которого является вода и углекислый газ. Кроме этого, в результате реакции кислорода и водорода возникает падение давления (в соответствии с законом Авогадро), так как вместо трех молекул в объеме формируются только две. Важно учитывать и эффект лопающихся пузырьков газов глубинного происхождения на морской поверхности, в результате которого в приводном слое атмосферы увеличивается количество и аэрозолей и водяного пара.

Важным фактором тропического циклогенеза являются пространственно-временные неоднородности гравитационного поля Земли [Рудяев 1981, Бороздич 2008]. В отношении глобального циклогенеза о необходимости учета этого фактора указывается в работе [Капочкин et al. 2009].

Высказано мнение [Формування погодних умов... 2007, с. 142], что в результате формирования положительных аномалий силы тяжести в зоне тропического циклогенеза следует ожидать соответствующую положительную аномалию атмосферного давления. В таких условиях увеличивается количество тропических циклонов по отношению к тропическим депрессиям, не реализовавшимся в ТЦ, что связано с особенностями вертикальной конвекции в поле высокого атмосферного давления.

Возможен и другой механизм — положительная аномалия силы тяжести обычно формируется в результате активизации вертикальных движений в мантии. При этом в зоне подъема к поверхности подкоровых масс происходит растяжение твердой оболочки, усиливается флюидный режим и начинают проявляться аномалии эманаций литосферных газов, в том числе водорода. Такие условия способствуют тропическому циклогенезу [Сывороткин 2002].

В работе [Шарков, Афонин 2012] сформулированы такие положения: «В настоящее время исследование генезиса и эволюции устойчивых вихревых систем на фоне турбулентного хаоса тропической атмосферы развивается в двух принципиальных направлениях:

- «локальный» подход (индивидуальный циклогенез), используемый при исследовании образования единичной (индивидуальной) вихревой структуры из турбулентного хаоса в условиях локальной и сильной неравновесности системы океан-атмосфера. Тропический циклогенез рассматривается как стохастический набор случайных событий, а именно, стохастический генезис тропических циклонов. Каждое тропическое возмущение представляется как импульс единичной амплитуды со случайной длительностью, соответствующей времени функционирования ТЦ, и со случайными моментами генезиса (генерации индивидуального ТЦ);
- «глобальный» подход (множественный циклогенез), рассматривающий образование вихревых систем в аквато-

**Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы**

рии Мирового океана как совокупности центров релаксационной генерации в активной среде природной системы океан–атмосфера (при этом, последняя рассматривается в глобальном масштабе). Глобальный тропический циклогенез представляет собой пример хаотизированного процесса с довольно сложной иерархической структурой, в котором результирующая картина формируется вследствие целой серии термогидродинамических взаимодействий разной интенсивности, происходящих в широком диапазоне временных и пространственных масштабов. Можно указать на масштабы 1–6 суток; на масштабы порядка 1 месяца».

Установлено также, что «никакого влияния на ход глобального циклогенеза особенности телекоммуникационных связей в климатической системе Земли не оказывают» [Шарков, Афонин 2012]. В данном случае речь идет об отсутствии связи между тропическим циклогенезом и индексами атмосферной циркуляции, применяемыми в климатологии. К таким индексам относят, например, NAO и SOI. По длительным временным рядам различий приземного давления в районах Исландского циклона и Азорского антициклона успешно прогнозируются изменения климата в Европе, а по временным рядам различий приземного давления в западной и восточной частях экваториальной зоны Тихого океана прогнозируют изменения климата в таких удаленных районах, как Сомали, Индия. Наличие причинно-следственных связей между индексами атмосферной циркуляции и последующими климатическими изменениями установлено не было и в этой ситуации вынужденно стали применять термин телеконнекция или «эффект бабочки».

Здесь уместна ссылка на Википедию: «Детерминировано-хаотические системы чувствительны к малым воздействиям. В хаотическом мире трудно предсказать, какие вариации возникнут в данное время и в данном месте, ошибки и неопределённость нарастают экспоненциально с течением времени. Эдвард Лоренц назвал это явление «эффектом бабочки»: бабочка, взмахивающая крыльями в Айове, может вызвать лавину эффектов, которые могут достигнуть высшей точки в дождливый сезон в Индонезии».

В работе [Капочкина и др. 2013] показано, что климатическая система основана на причинно-следственных закономерностях и, соответственно, применение к климатической системе детерминировано-хаотических принципов не имеет оснований. Так, например, NAO описывает влияние Исландского циклона непосредственно на водообмен Арктических и Атлантических вод и таким образом формирует последующие климатические изменения в Европе, а SOI отражает изменения угловой скорости вращения Земли на тенденции изменения экстремальных погодных условий в различных районах Земного шара. В работе [Шарков, Афонин 2012] показано, что тропический циклогенез не связан с индексами атмосферной циркуляции.

**Проверка тезиса Шаркова и Афонина (2012) о том, что тропический циклогенез  
является стохастическим набором случайных событий**

В работах [Шарков, Афонин 2012] и [Кружкова и др. 2003] показано, что в Северном полушарии средняя многолетняя повторяемость тропического циклогенеза в два с лишним раза больше, чем в Южном. Для этого нет оснований ни по распределению температуры поверхности Мирового океана ни по другим параметрам. Это значит, что в Северном полушарии существуют дополнительные источники энергии для образования и поддержания тропического циклогенеза, которых нет в тропической зоне Южного полушария. Такой фактор действительно существует. Это асейсмичность Южной Атлантики у берегов Бразилии (климатический аналог зоны тропического циклогенеза в Карибском бассейне), в которой практически не возникают тропические циклоны.

В работе [Кружкова и др. 2003] показано наличие линейной прямо и обратно пропорциональной зависимости между разнесенными в пространстве центрами тропического циклогенеза. В 1970–1999 гг. отмечена положительная корреляция между активностью циклогенеза в северо-западном и северо-восточном районах Тихого океана ( $r=0,42$ ) и отрицательная корреляция между циклогенезом в Северной Атлантике и в северо-восточном районе Тихого океана ( $r=-0,34$ ).

По данным 1988–2005 гг. [Капочкин *et al.* 2009], значимая корреляционная связь выявлена для циклогенеза в районе к югу от Японских островов и в районе Мозамбикского пролива  $r = + 0,59$  ( $E_r = \pm 0,10$ ), для района к югу от Японских островов и для Мексиканского залива  $r = -0,47$  ( $E_r = \pm 0,12$ ), для района Калифорнии и района Австралии  $r = -0,45$  ( $E_r = \pm 0,13$ ), для района Калифорнии и района Мексиканского залива  $r = -0,43$  ( $E_r = \pm 0,13$ ). Это значит, что условия тропического циклогенеза в разных районах взаимосвязаны. Случайные процессы не зависят друг от друга.

**Проверка тезиса о том, что глобальный тропический циклогенез  
представляет собой пример хаотизированного процесса**

Глобальный тропический циклогенез содержит месячную (27 суток) периодичность [Шарков, Афонин 2012]. Из этого следует, что имеют место процессы с месячным периодом, создающие условия для усиления процессов конденсации водяного пара и конвекции в тропической зоне. Изменения температуры поверхности Мирового океана, вариации сдвига ветра по вертикали в тропической зоне с таким периодом не установлены. В то же время геодинамические процессы земноприливного генезиса с таким периодом (27 суток) формирующие геотермические аномалии, описаны в монографии [Формування погодних умов... 2007, с. 142].

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

### Тропический циклогенез как следствие разгрузки глубинных флюидов в районах акваторий

Ранее были отмечены пространственно-временные корреляции океанского циклогенеза и усиления глубинной дегазации, а также показано совпадение мест зарождения циклонов и траекторий их перемещения с разломными зонами и узлами их пересечения [Сывороткин 1996, 2002; Syvorotkin 2010].

Рассмотрим результаты мониторинга газовых эманаций над субмаринным источником ГП «Камчатгеология» в Тихоокеанском регионе (Камчатский шельф, Авачинская бухта) с отбором проб в придонном слое три раза в сутки, дегазацией и газовой хроматографией на углеводородные газы [Взаимодействие в системе литосфера — гидросфера... 2010. с.154]. На рисунках (8.а—г) показаны изменения во времени концентраций растворенного метана, растворенных этана и этилена, пропана и пропилена, бутана и изобутана в придонных водах Авачинской бухты Тихого океана.

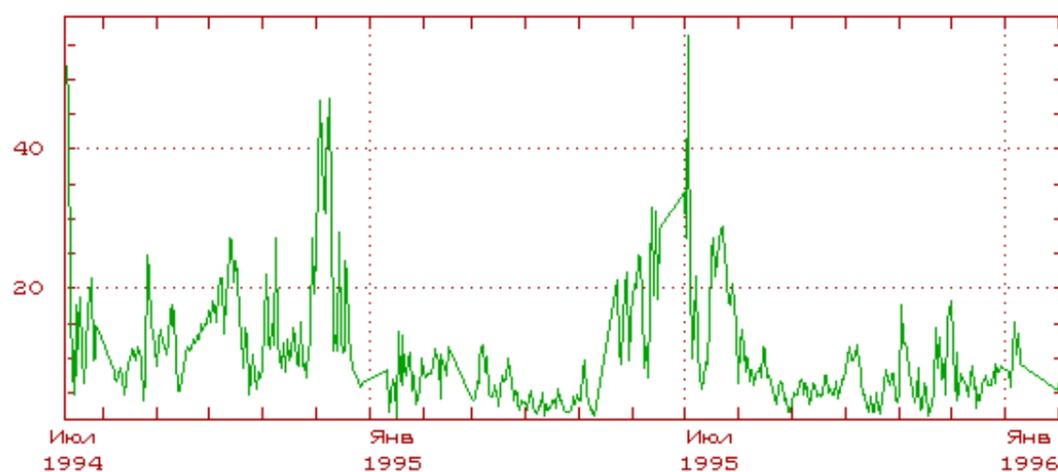


Рис. 8.а. Изменение во времени концентраций растворенного метана в придонных водах Авачинской бухты Тихого океана

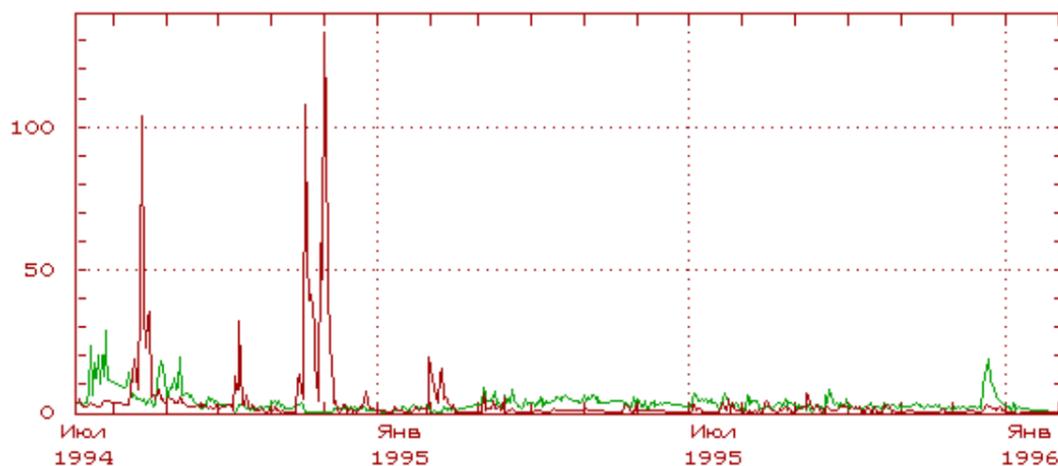


Рис. 8.б. Изменение во времени концентраций растворенных этана (зеленая) и этилена (красная) в придонных водах Авачинской бухты Тихого океана

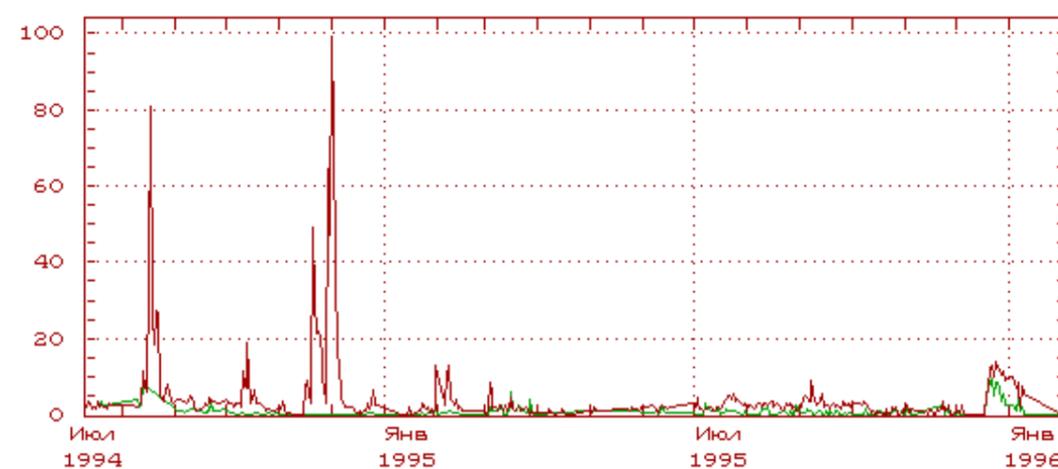


Рис. 8.в. Изменение во времени концентраций растворенных пропана (зеленая) и пропилена (красная) в придонных водах Авачинской бухты Тихого океана

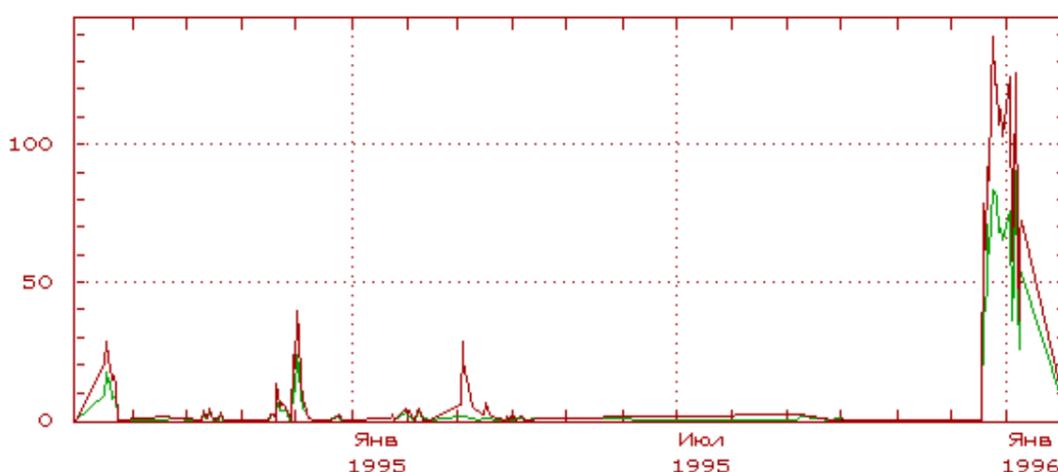


Рис. 8.г. Изменение во времени концентраций растворенных бутана (зеленая) и изобутана (красная) в придонных водах Авачинской бухты Тихого океана [Взаимодействие в системе литосфера — гидросфера... 2010. с.154]

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

Газовые эманации в декабре 1995 — январе 1996 гг. возможно связаны с извержением Карымского вулкана (расположенного в 130 км). В связи с вулканическими проявлениями в регионе, происходила эманация тяжелых углеводородных газов, преимущественно бутана и изобутана. Состав газов в этот период иной по сравнению с 1994—1995 гг.

На рисунках показано, что в 1994—1995 гг. эманации метана продолжались месяцами. Эманации непредельных гомологов метана этилена и пропилена, а также бутана и изобутана, также могли продолжаться длительный период (до месяца). В данном случае водород не измерялся. В Тихоокеанском регионе эманации газов в свободном виде не фиксировались, что затрудняет количественные оценки массопереноса глубинных газов в атмосферу. Однако 14 сентября 1994 г. на пляжах Одессы началась беспрецедентная по визуальным оценкам эманация газов, которая длилась несколько месяцев. Были отобраны пробы свободного газа и получены оценки — до  $50 \text{ м}^3/\text{м}^2$  в сутки горючих газов [Взаимодействие в системе литосфера — гидросфера... 2010, с. 154]. Как и в Камчатском регионе, эманации глубинных газов не были связаны с сейсмическими проявлениями, а акватория Одесского залива не была известна, как район газовых месторождений. Приведенные данные подтверждают мнение о том, что эманации газов в связи с продолжительностью во времени и значительности объемов могут быть причиной образования тропических циклонов [Сывороткин 2002]. Синхронные выделения метана и его гомологов в 1994—1995 гг. на Камчатке объясняются геодеформациями глобального масштаба, проявившимися в снижении угловой скорости вращения Земли. Геодеформационные процессы в 1995—1997 гг. описаны как аномальные [Геодинамика. Основы динамической геодезии.... 2008, с. 311]. На рис. 9 показаны изменения во времени угловой скорости вращения Земли, подтверждающие наличие продолжительного минимума угловой скорости вращения Земли в 1994—1995 гг.

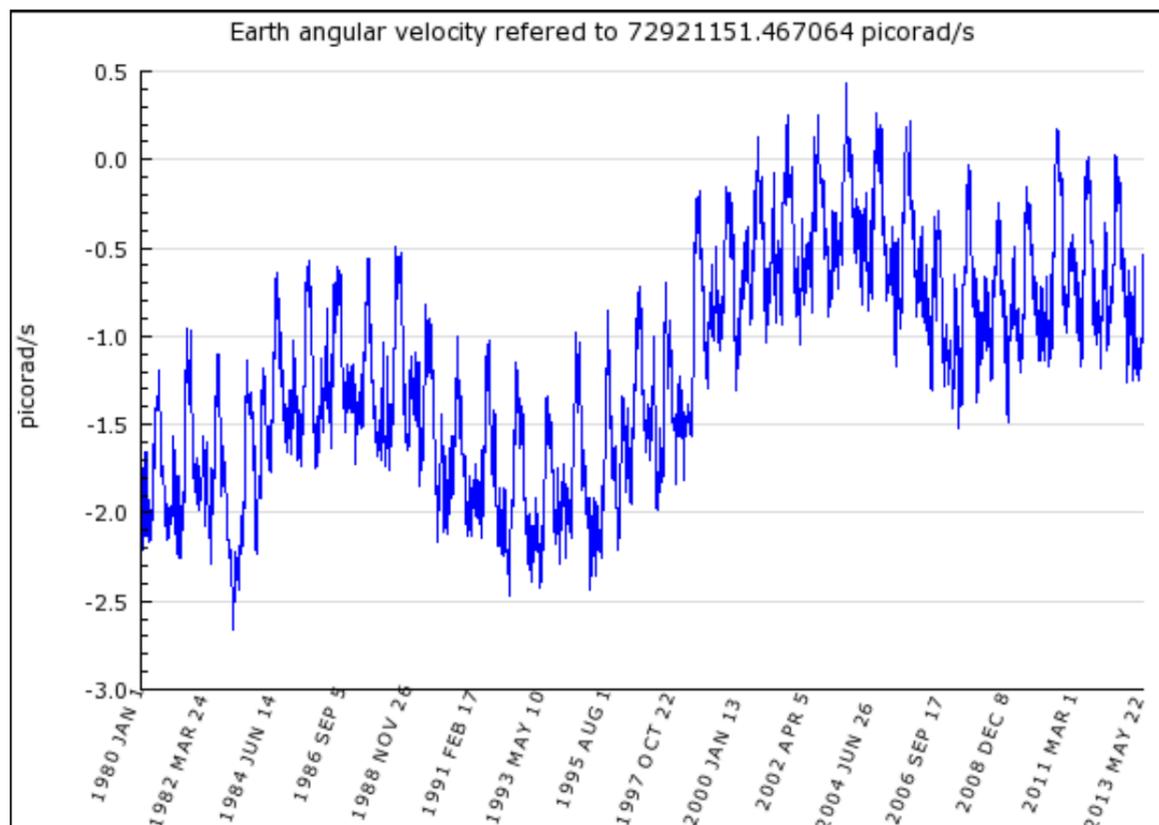


Рис. 9. Изменение во времени угловой скорости вращения Земли [A Plot of the Polar Motion... 2012]

Эмпирически связь тропического циклогенеза с геодеформациями обнаружена М.И. Ярошевичем [Ярошевич 1991], который на большом фактическом материале показал, что тропические циклоны формируются за несколько дней перед землетрясениями. По мнению автора, тропический циклон провоцирует землетрясение. В развитие этого тезиса автором приведены данные о согласованности во времени тропического циклогенеза и геодеформаций, получившими название сейсмогравитационные волны или «штормовые микросейсмы (ШМС)» [Ярошевич 2008].

К такому же мнению пришли авторы обобщающей работы [Головачев и др. 2011].

В то же время в работе [Геодеформації, їх вплив на інженерні споруди... 2012, с. 366] показано, что сейсмогравитационные волны, ШМС могут рассматриваться как геодеформационный процесс, сопровождающийся нарушением сплошности геологической среды и усилением флюидной деятельности. С учетом изложенного, можно сформулировать тезис о том, что глобальный геодеформационный процесс в широком спектре частот на стадии растяжения формирует благоприятные условия для усиления тропического циклогенеза, а на стадии сжатия — для формирования землетрясений. Данное положение подтверждается исследованиями геодеформаций до и после землетрясения, изложенными в работе [Бондур и др. 2012].

В работе [Казаны и др. 2012] приведены результаты исследования динамики развития и тенденции существования за пределами тропической зоны тропического циклона «Nadina», сформировавшегося в сентябре 2012 г. в Северной Атлантике. Этот циклон просуществовал рекордный срок — 24 дня, с 10 сентября по 4 октября 2012 г. Вопреки прогнозам траекторий смещения, циклон «стационарировался» над зоной срединно-океанического хребта. Время существования циклона совпало с активизацией тектонических процессов в этом районе. Выявлено наличие периодической составляющей в динамике развития циклона. Активизация процессов конденсации происходит преимущественно ночью, за счет

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

чего циклон ежесуточно в 03:00 по местному времени получал максимум энергии конденсации и «вакуумизации». Наличие полусуточной гармоничности изменчивости активности процессов конденсации в циклоне объяснено полусуточной гармоникой атмосферного давления в экваториальной и тропической зоне. Наличие полусуточной гармоничности в умеренных широтах отмечалось и в поле температуры [Формування погодних умов... 2007, с. 142]. Дважды в сутки в условиях снижения атмосферного давления конвективные процессы активизируются. Увеличение амплитуды полусуточной гармоничности процесса конденсации водяного пара приводит к развитию циклона по «взрывному» типу. В то же время фиксируется существенное сокращение времени «подачи» к системе энергии конденсации водяного пара. То есть, под влиянием полусуточной гармоничности циклон в срок 3—6 часов не успевает перейти к стационарному режиму и усилиться.

В работе [Цимбалюк и др. 2013] показано, что в месте стационарирования циклона «Nadina» над Срединно-Атлантическим хребтом (САХ) циклоническая деятельность практически не прекращалась на протяжении всей зимы 2012—2013 гг. Активизация циклогенеза имела 14-суточный период. Максимальная активность отмечена 28 ноября — 8 декабря 2012 г. За этот период из района САХ в умеренные широты переместилось два циклона. Именно в эти даты в Тихом океане сформировался и развивался нетипичный «приэкваториальный» циклон «Voffa».

Циклон «Voffa» с диаметром более 2000 км сформировался в приэкваториальной зоне и находился южнее 5° с.ш. с 24 по 28 ноября. В этот период динамика циклона характеризовалась квазидвухсуточной изменчивостью. Выйдя в тропическую зону, динамика развития циклона приобрела суточный ход. Размеры циклона и энергия конденсации паров резко уменьшились, и в то же время его кинетическая энергия резко возросла от третьей до пятой категории.

Проверка тезиса о том, что тропические циклоны формируются над поверхностью океана с температурой выше 26°C

В результате применения спутниковых методов исследования тропических циклонов были получены неожиданные результаты. В работе [Шарков, Афонин 2012] показано, что образование и существование тропических циклонов происходит в широком диапазоне температуры поверхности Мирового океана. Т.е. для образования тропического циклона температура морской поверхности не является лимитирующим фактором. На первое место, по мнению авторов [Шарков, Афонин 2012], выходит показатель влажности атмосферы. По их мнению, количество воды в атмосфере должно превышать 50 кг/м<sup>2</sup>.

Это подтверждают результаты исследований, опубликованных в монографии [Взаимодействие в системе литосфера – гидросфера... 2010, с.154]. Изучены условия образования тропических циклонов «Delta» и «Zeta» в Северной Атлантике поздней осенью – зимой 2005—2006 гг. Тропические циклоны сформировались и существовали 23—28 ноября, и 31 декабря 2005 г.— 3 января 2006 г., соответственно. Температура воды в районе формирования циклонов в конце ноября (22—23°C) и в конце декабря (20—22°C) не обеспечивала циклогенез доступной потенциальной энергией океана. Показано, что формирование циклонов произошло за 2-4 дня перед землетрясениями в районе СОХ (рис. 10).

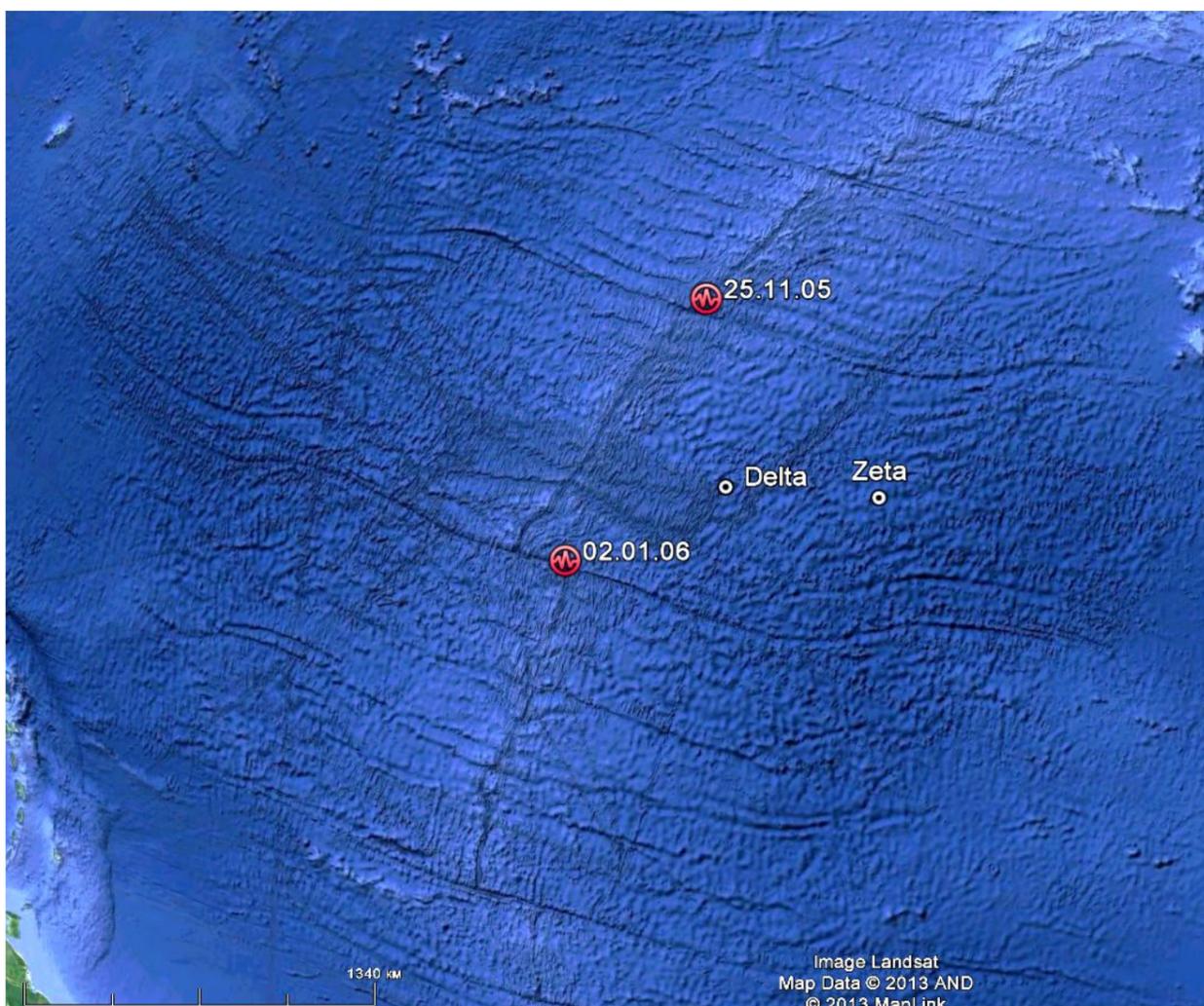


Рис. 10. Карта-схема районов формирования тропических циклонов в ноябре-декабре 2005 г. в Северной Атлантике и эпицентральной зоне землетрясений

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
 в районах акваторий на атмосферные процессы

**Особенности развития тропического циклогенеза  
 с позиций эндогенного воздействия**

Рассмотрим условия существования тропического циклона «Nadine». Циклон сформировался в тропической зоне и через несколько суток переместился на север за пределы тропической зоны. На **рис. 11** показаны реальная и прогнозируемые недельные (среднее время жизни тропического циклона) траектории смещения этого циклона.

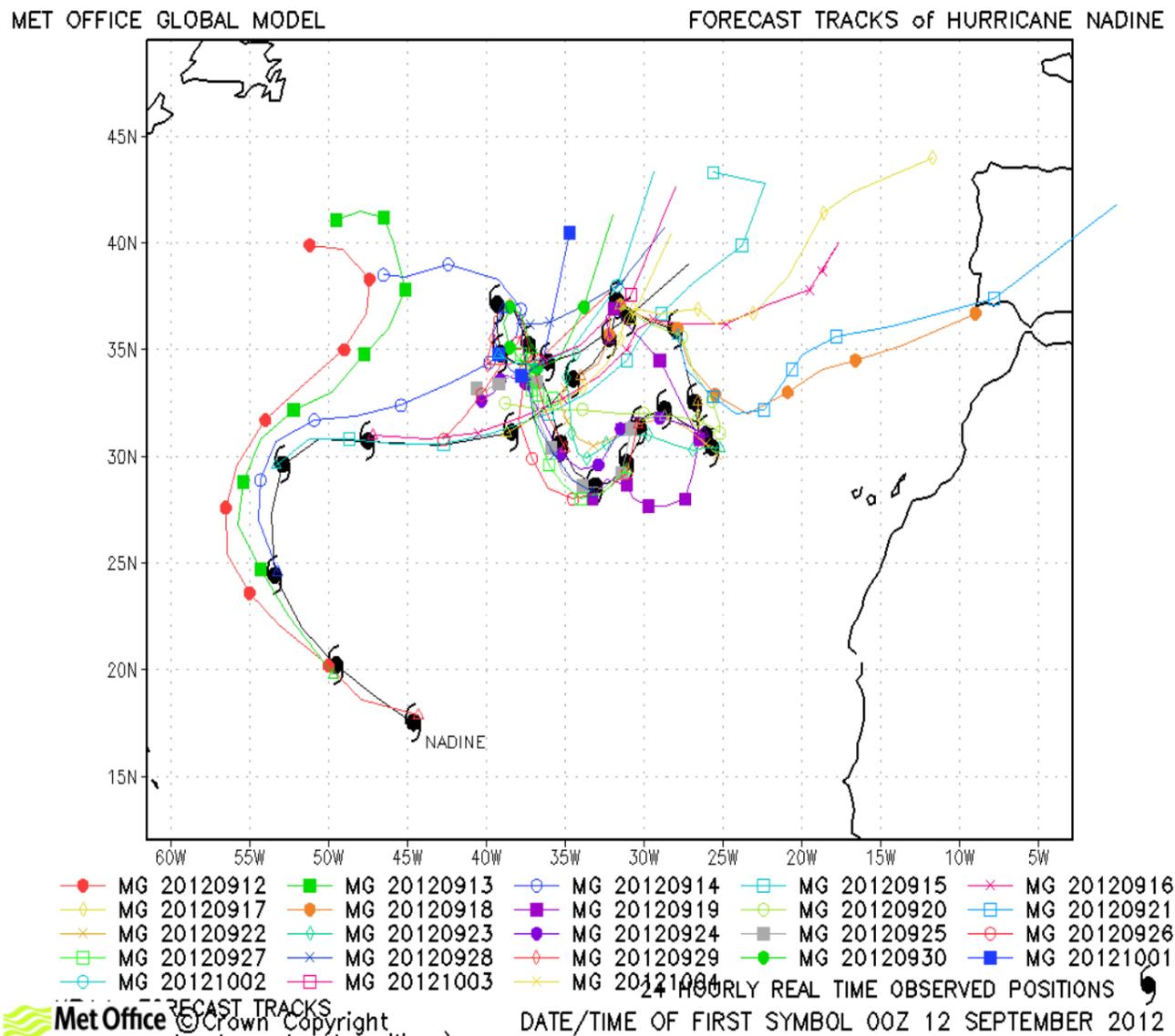


Рис. 11. Карта-схема траектории движения тропического циклона Nadine [http://www.metoffice.gov.uk/weather/tropicalcyclone]. Цветными линиями показаны ежедневные прогнозы координат циклона на неделю и отсчетная дата прогнозирования, черная линия - фактические координаты циклона

Первые трое суток прогнозировались его смещения на запад к берегам Северной Америки, в последующие дни — на восток. Фактически же циклон стационарировался над COX Северной Атлантики примерно в том же районе, где в 2005 г. сформировались зимние циклоны «Delta» и «Zeta» (**рис. 12**).

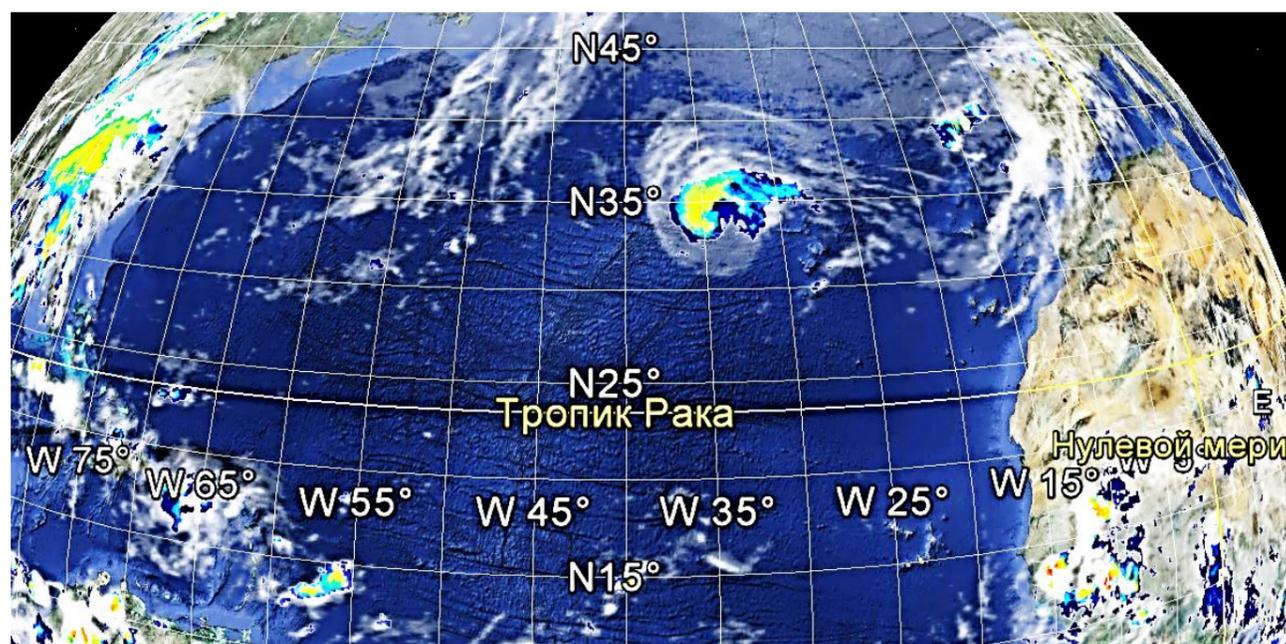


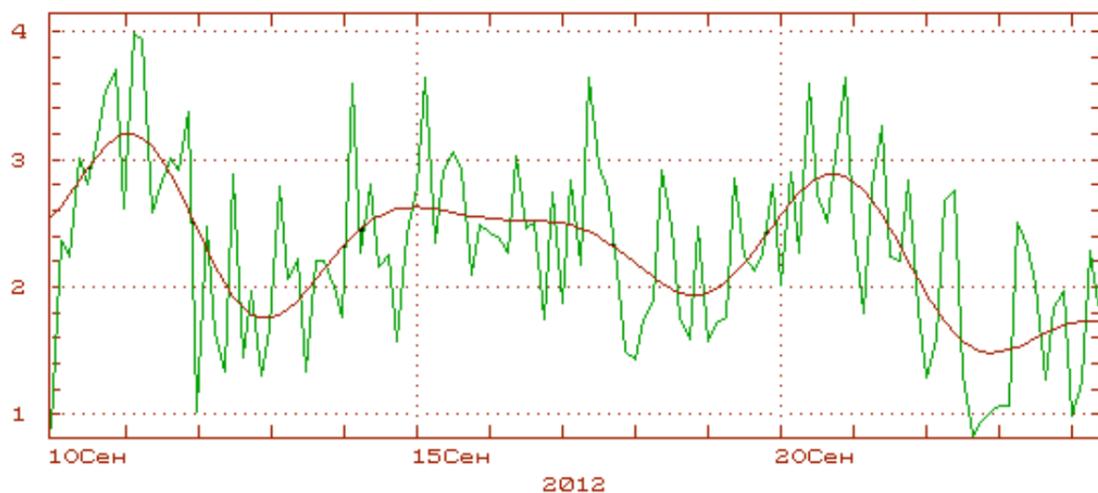
Рис. 12. Карта пространственного положения тропического циклона «Nadine», стационарировавшегося на протяжении трех недель над САХ [TRMM Near-Real-Time Images Электронный ресурс б/даты размещения].

Для исследования особенностей тропического циклогенеза мы использовали базы данных проекта TRMM [TRMM Near-Real-Time Images Электронный ресурс б/даты размещения]. Тропический циклон «Nadine» каждые 3 часа распознавался, затем выделялся «окном» 600x600 км. База данных содержит измерения сконденсировавшейся воды по результатам ком-

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

плексной обработки данных спутникового радара, пассивного сканирования в оптическом и микроволновом диапазонах. Полученный фрагмент поля сконденсировавшейся в атмосфере воды изучался с применением программного комплекса BILKO UNESCO по обработке спутниковой информации.

На **рис. 13** показаны изменения во времени энтропии процесса конденсации водяного пара.

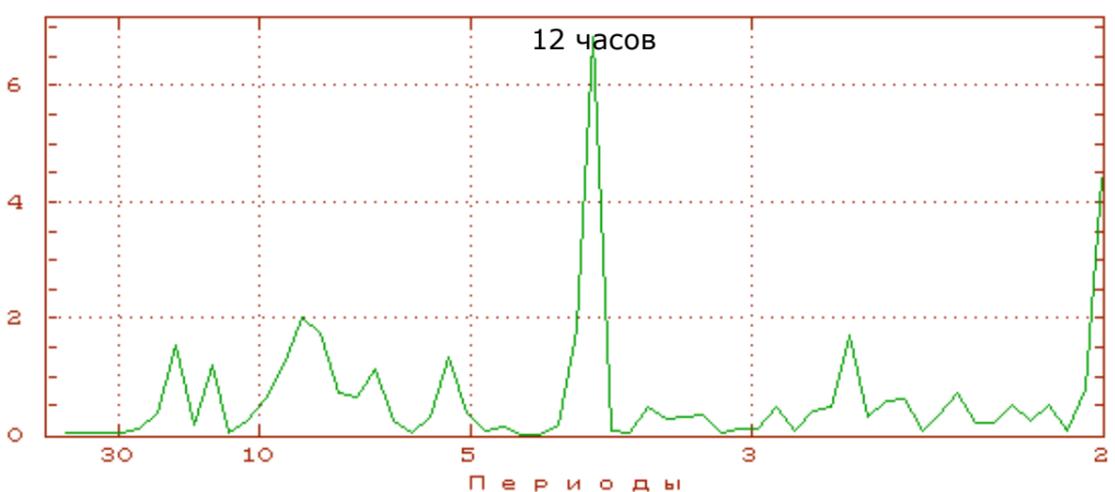
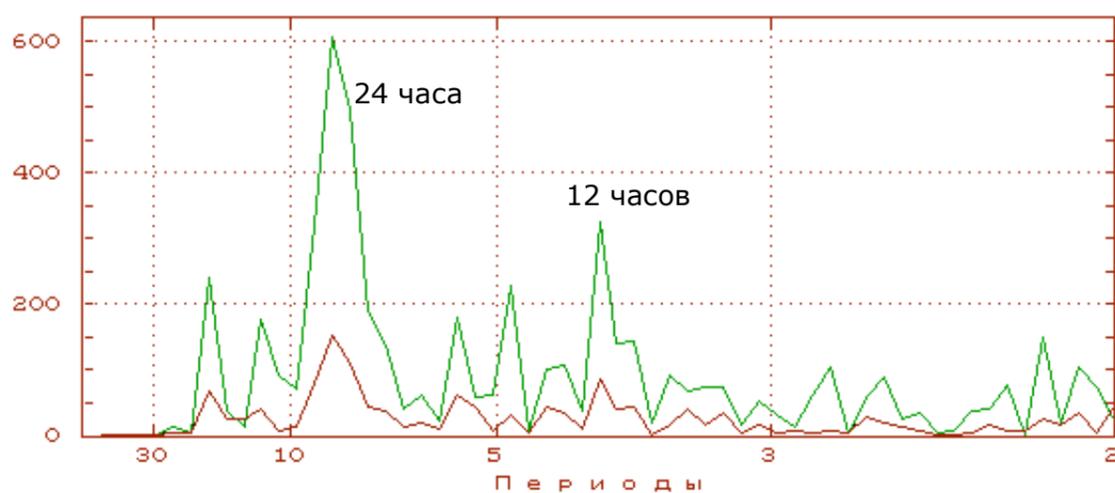


**Рис. 13.** Изменение во времени энтропии конденсации водяного пара ТЦ «Nadine» и результатов сглаживания (красный)

Зафиксировано три периода увеличения энтропии (увеличения хаотичной по пространству конденсации водяных паров). Первый период 11 сентября соответствует образованию циклона в тропической зоне. Затем он трансформировался в тропическую депрессию. В последующем, 14 сентября начинается его регенерация. Регенерация циклона произошла за двое суток до начала активизации спрединга в районе Исландии. Здесь спрединг активизировался 16 сентября. Активизация продолжалась 5 суток. За это время зафиксировано 12 землетрясений с  $M > 4$ .

19 сентября тропический циклон опять заполнился и трансформировался в тропическую депрессию, но 20 сентября произошла его повторная регенерация. За три недели циклонической деятельности температура морской воды упала на 3–4°C, что не давало оснований ожидать повторную регенерацию циклона. Через двое суток, 22 сентября зафиксирована активизация спрединга в экваториальной зоне и Южной Атлантике (22 сентября три землетрясения).

В результате статистической обработки временных рядов среднего количества сконденсировавшихся паров воды, дисперсии и энтропии по квадрату 600 x 600 км были получены важные результаты (**рис. 14**). Конденсация водяных паров по данным о среднем по площади значении и по дисперсии происходила наиболее интенсивно в ночное время в соответствии с суточным ходом температуры. Однако энтропия процесса конденсации (степень хаотичности процесса конденсации по площади) происходила с периодом 12 часов (**рис. 14.б**) вместе с ночной конденсацией, что понятно, но и в дневное время, что не связано с конденсацией водяных паров под влиянием понижения температуры воздуха, т.е. имеет другую природу.



**Рис. 14.** Периодограммы статистических характеристик циклона Nadine: а) средних значений (зеленый), дисперсии (красный); б) энтропии

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

Можно отметить, что в рассматриваемый промежуток времени САХ испытал две активизации спрединга с периодом около 7 суток, что обусловлено глобальными геодинамическими процессами [Геодинамика. Основы кинематической геодезии... 2007, с. 264]. Спрединг в Исландии активизировался в условиях минимума угловой скорости вращения Земли (16 сентября), а спрединг в экваториальной зоне (22 сентября) активизировался в связи с максимумом угловой скорости вращения Земли (рис. 15).

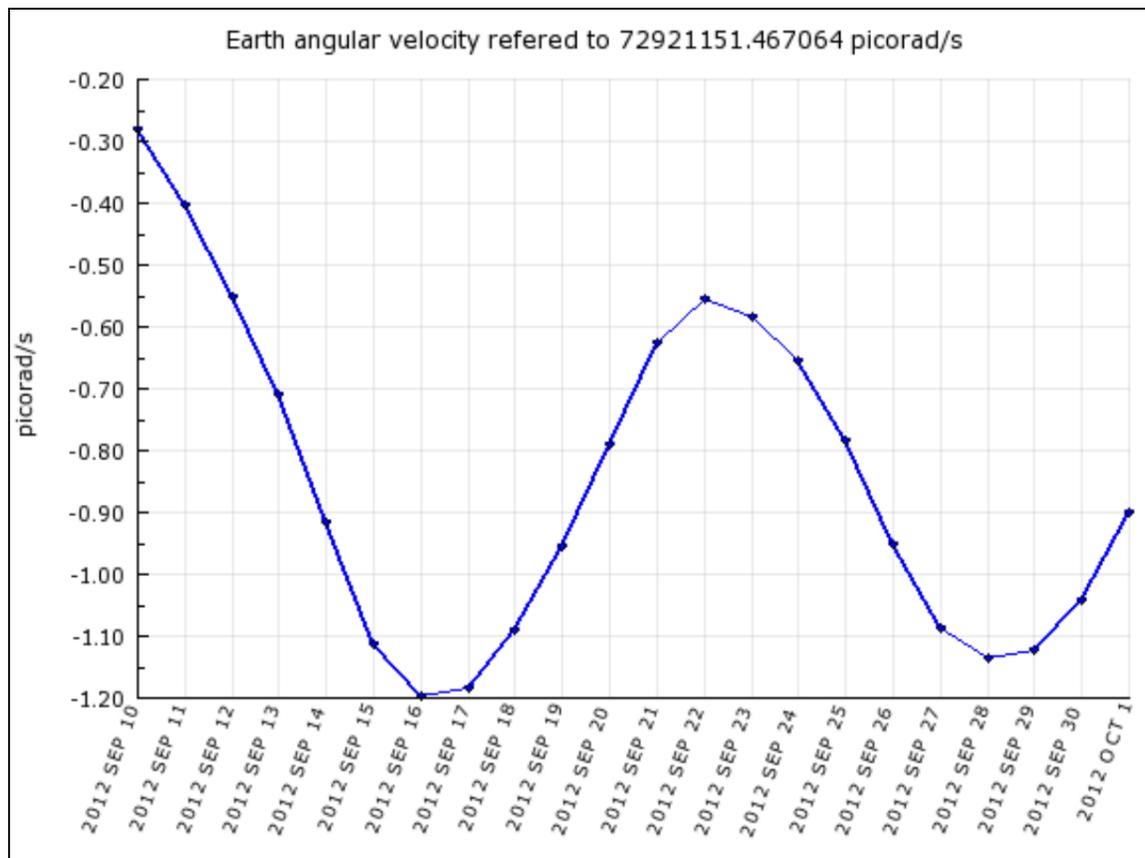


Рис. 15. Изменение во времени угловой скорости вращения Земли [A Plot of the Polar Motion... 2012]

Таким образом, активизация тропического циклогенеза 13 и 19 сентября имеет глобальные причины. Регенерация тропического циклона «Nadine» происходила за несколько суток до начала спрединга.

Закономерности проявления нарушения сплошности геологической среды в результате геодинамических процессов дают основание предполагать, что перед 13 и 19 сентября была активизация флюидной деятельности и, как результат, формирование в атмосфере аномальных концентраций неполярных газов глубинного происхождения, в том числе водорода.

С прекращением существования тропического циклона «Nadine» циклоническая активность в тропической зоне Северной Атлантики не прекратилась. В районе СОХ эпизодически формировались вихревые структуры. Это продолжалось всю зиму.

С целью изучения активности процесса конденсации водяных паров, в тропической зоне северной Атлантики, с участием студентов ОНАС и ОГЭКУ [Казаны и др. 2012] были выполнены расчеты по методике, которая применялась для изучения тропического циклона «Nadine» [Цимбалюк и др. 2013]. Однако обрабатывались спутниковые данные, осредненные не за 3 часа, а за сутки, и расчетная область охватила всю тропическую зону целиком.

На рис. 16 показаны результаты выполненных расчетов по параметру среднего значения количества сконденсировавшихся водяных паров.

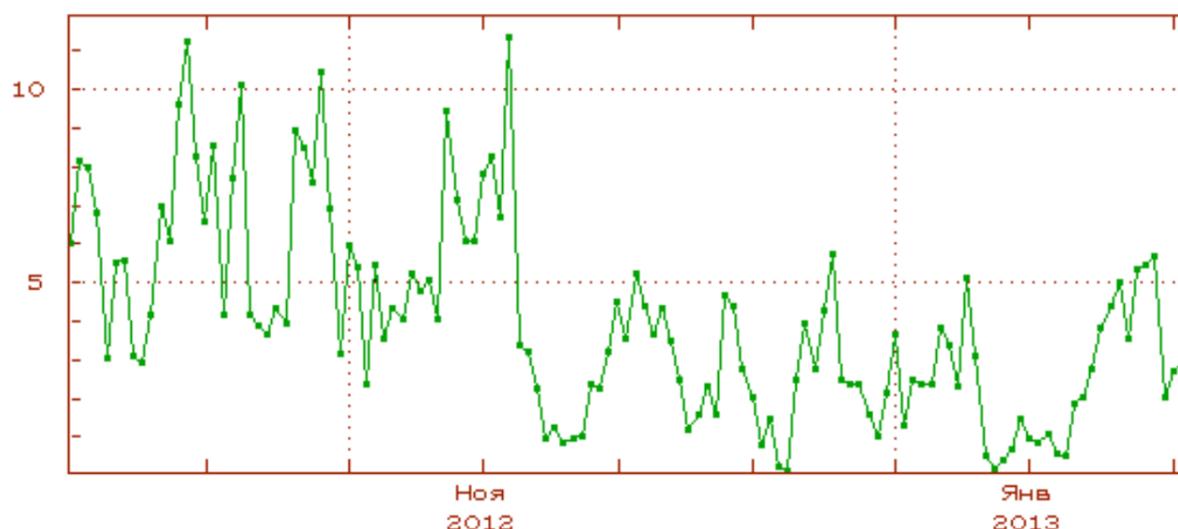


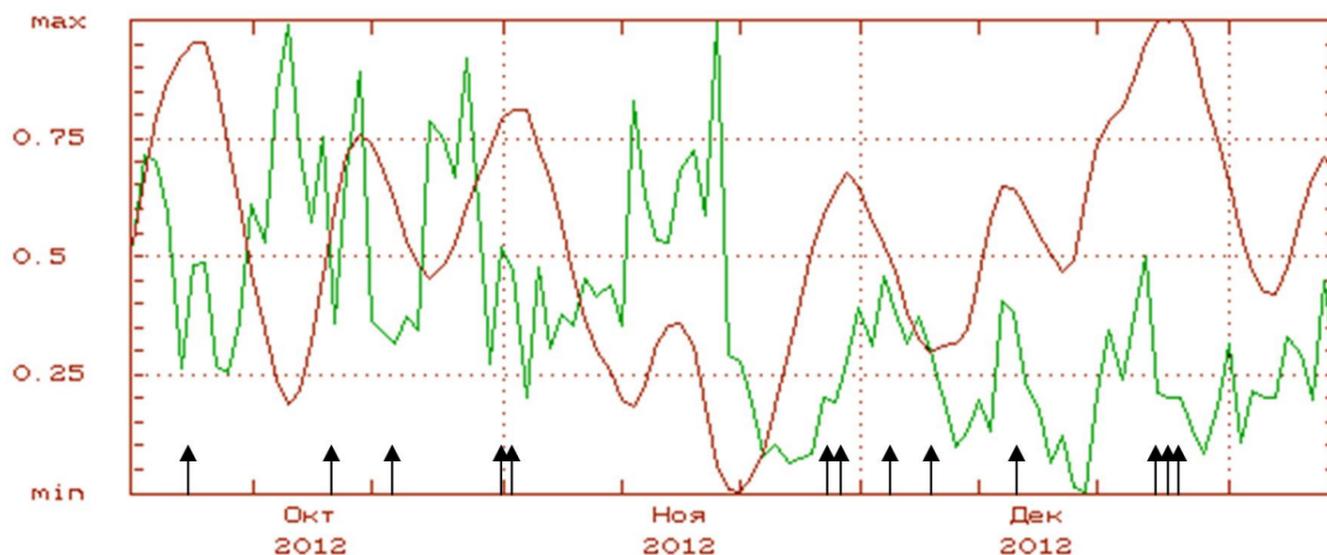
Рис. 16. Изменение во времени оценки среднего значения конденсации водяного пара (усл. ед.) в атмосфере тропической зоны Северной Атлантики

На рисунке видно, что в третьей декаде ноября с окончанием сезона тропических циклонов количество сконденсировавшихся паров снизилось в два раза. Расчетами установлено, что конденсация водяных паров в атмосфере происходи-

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

ла с 14-ти суточным периодом. Известен 14-ти суточный период глобального геодеформационного процесса, обусловленный зональными приливами в твердом теле Земли. В работе [Геодинамика. Основы кинематической геодезии... 2007, с. 264] показано, что изменения фигуры Земли с этим периодом влияют на угловую скорость её вращения.

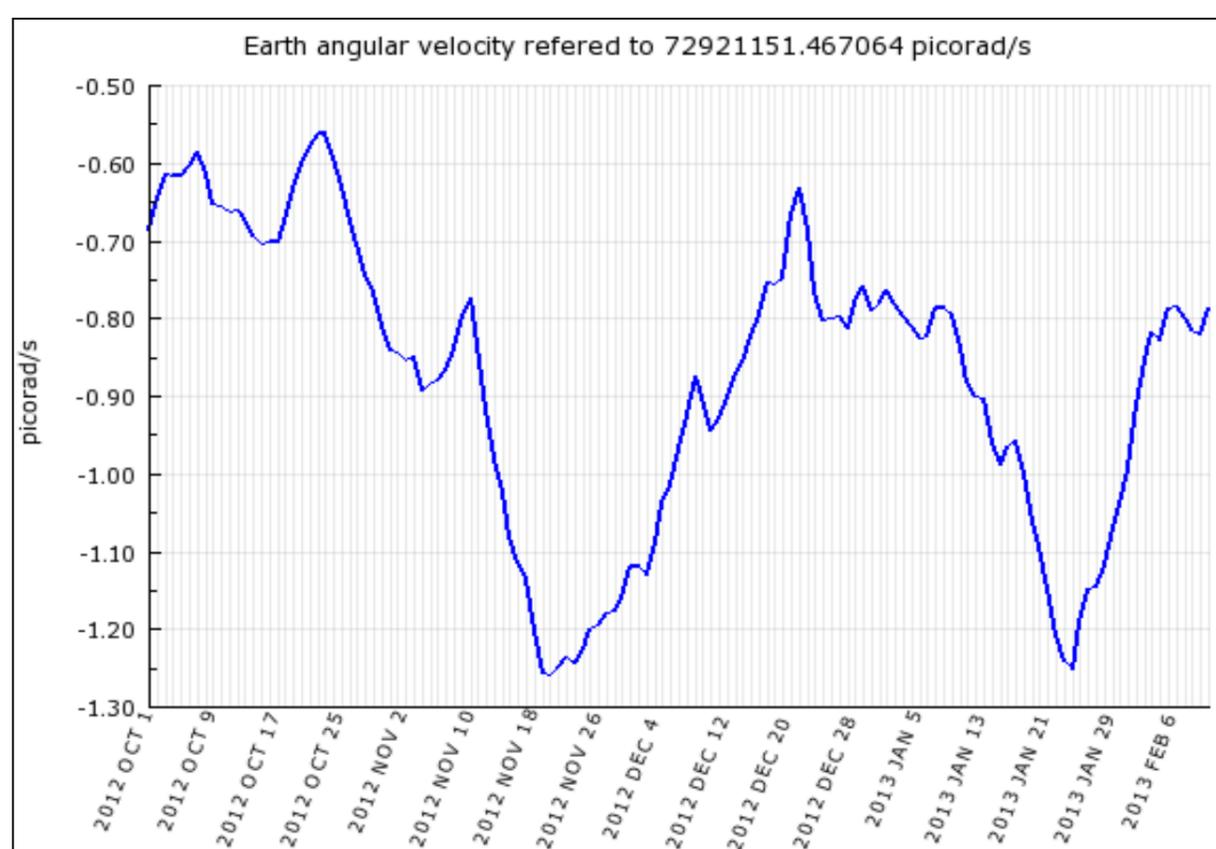
На **рис. 17** показаны изменения интенсивности конденсации водяных паров в тропической Атлантике Северного полушария и изменения угловой скорости вращения Земли. Стрелками показаны даты землетрясений в зоне спрединга САХ.



**Рис. 17.** Изменение во времени оценки среднего значения конденсации водяного пара (усл. ед.) в атмосфере тропической зоны Северной Атлантики (зеленый); изменения во времени угловой скорости (мс) вращения Земли (красный); даты землетрясений в зоне САХ (вертикальные стрелки)

Можно видеть, что активизации спрединга в Атлантическом океане происходят обычно в условиях глобальных геодеформаций, соответствующих максимуму угловой скорости Земли. В то же время условия тропического циклогенеза при отсутствии доступной потенциальной энергии в системе океан — атмосфера обусловлены не сейсмичностью, а глобальным геодеформационным процессом, т.е. в условиях экстремумов угловой скорости вращения Земли. До середины ноября конденсация водяных паров и циклогенез происходили в условиях геодеформаций, соответствующих минимальной скорости вращения Земли.

Коэффициент корреляции 14-тисуточной гармоник активности тропического циклогенеза с изменениями угловой скорости вращения Земли составил  $r = -0,34$ . В дальнейшем циклогенез начал происходить в условиях геодеформаций, соответствующих максимуму угловой скорости вращения Земли ( $r = +0,44$ ). Эти изменения произошли в середине ноября. Были рассчитаны изменения угловой скорости вращения Земли без учета зональных приливов в твердом теле Земли. Оказалось, что 20—24 ноября 2012 г. и 21 января 2013 г. произошли аномальные низкочастотные геодеформации, которые привели к существенному снижению угловой скорости вращения Земли (**рис. 18**).

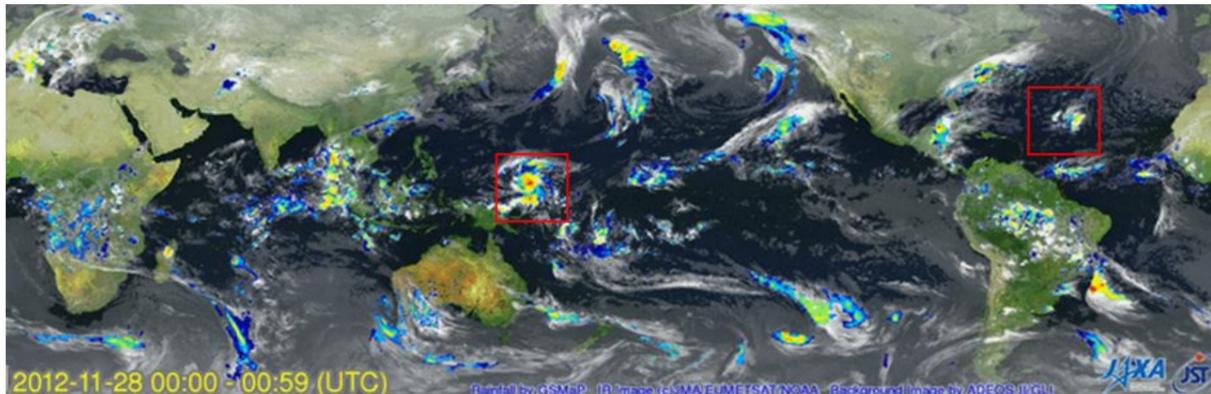


**Рис. 18.** Изменение во времени угловой скорости вращения Земли после удаления двухнедельной цикличности [A Plot of the Polar Motion... 2012]

Рассмотрим, как повлияли эти обнаруженные нами аномальные геодеформационные процессы на глобальный тропический циклогенез.

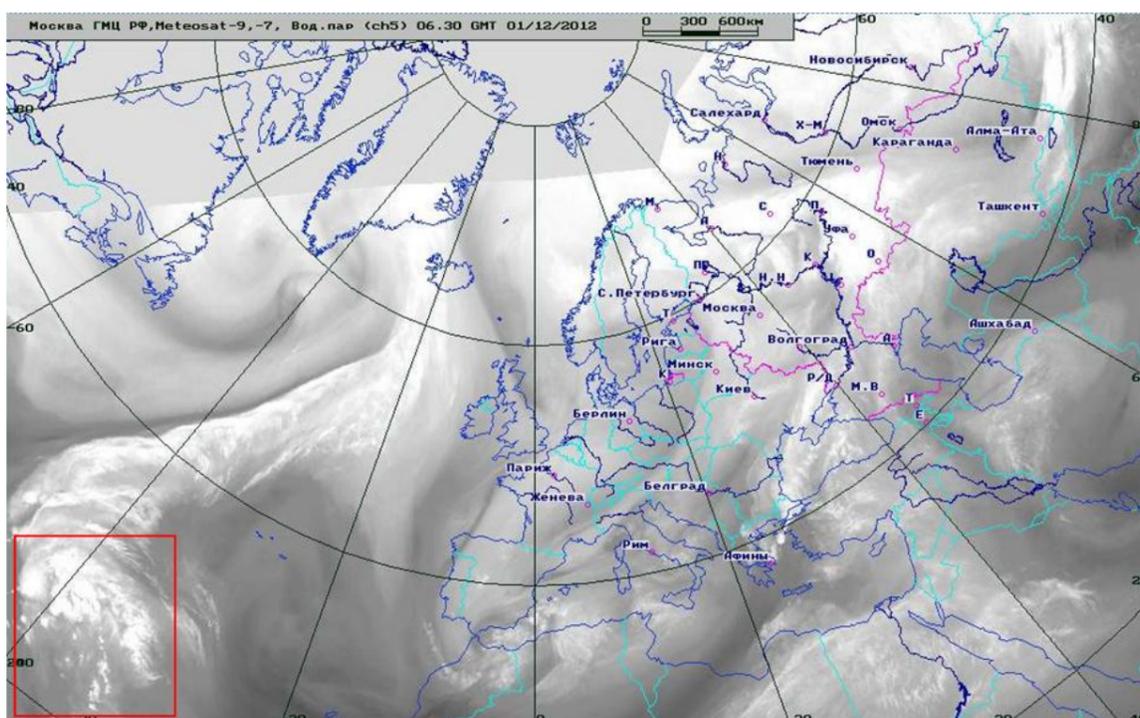
Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

На **рис. 19** показаны условия конденсации водяного пара 28 ноября 2012 г. В Северной Атлантике в районе СОХ сформирована вихревая структура. В Тихом океане в экваториальной зоне сформировался тропический циклон «Boffa». Оба образования в работе [Цимбалюк и др. 2013] описаны как аномальные.



**Рис. 19.** Карта аномалий сконденсировавшейся влаги в атмосфере по данным проекта TRMM с выделенными аномальными ТЦ [TRMM Near-Real-Time Images "Электронный ресурс б/даты размещения]

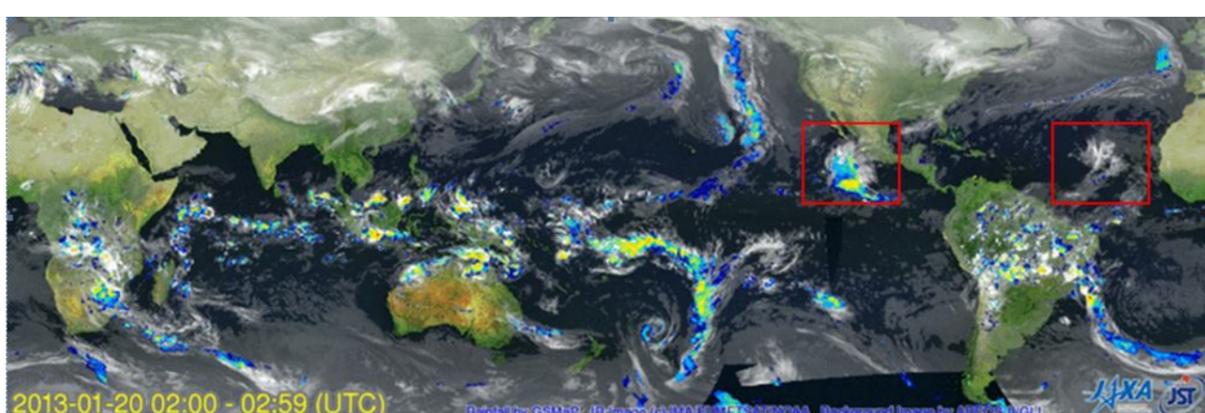
На **рис. 20** для более детального рассмотрения показана карта концентраций водяного пара в атмосфере за 01.12.2012, когда вихревая структура в Северной Атлантике сместилась к северу.



**Рис. 20.** Карта концентраций водяного пара в атмосфере над Северной Атлантикой 01.12.2012 г.; вихревая структура в Северной Атлантике выделена квадратом [Оперативные спутниковые данные... 2012].

В данном случае рассмотрена связь глобального циклогенеза (аномальные циклоны в Атлантике и Тихом океане) с глобальными геодеформационными процессами (**рис. 18**). Причиной глобального циклогенеза можно считать активизацию глубинного флюидного режима в соответствии с теорией В.Л. Сывороткина [Сывороткин 2002] в условиях геодеформаций глобального масштаба (третья декада ноября 2012 г.).

Рассмотрим последствия второй аномалии глобального геодеформационного процесса 22 января 2013 г., когда был зафиксирован аналогичный минимум угловой скорости вращения Земли. С 18 по 20 января в районе Срединно-Атлантического хребта зафиксировано 5 сильных землетрясений, и в тропической зоне Северной Атлантики 20—21 января 2013 г. сформировался циклон. В районе Калифорнийского рифта 22 января также произошло землетрясение ( $M = 4,7$ ), и за двое суток перед ним сформировался тропический циклон. Необходимо обратить внимание на то, что эти события происходят в январе и в Северном полушарии. Т.е. условий, с классической точки зрения, для формирования ТЦ нет. Поэтому в данном случае можно с полной уверенностью утверждать, что проявление глобального циклогенеза связано с эманацией глубинных газов (**рис. 21**).

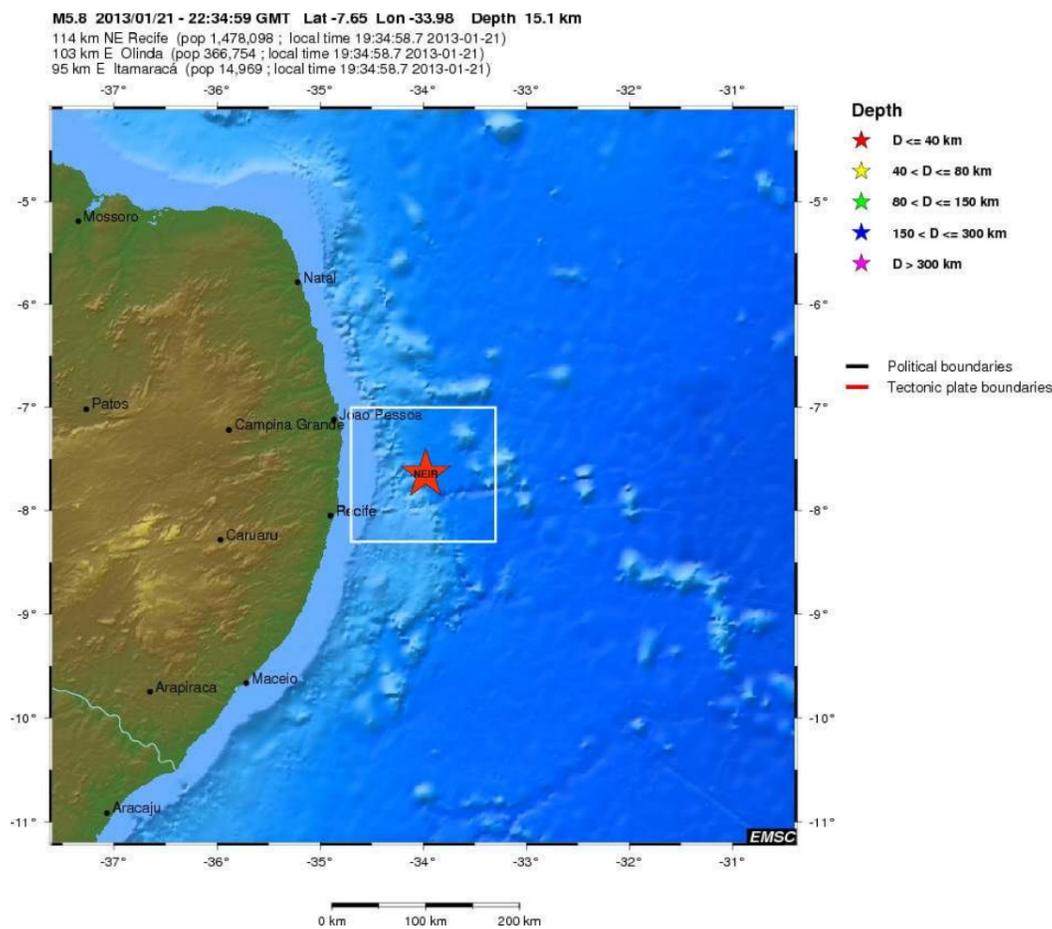


**Рис. 21.** Карта сконденсировавшейся влаги в атмосфере по данным проекта TRMM 20.01.2013 г.; красным выделены фрагменты (ТЦ) в Северной Атлантике, и Тихом океане [Tropical Rainfall Measuring Mission 2013].

Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы

В этот же период в асейсмичной зоне у берегов Бразилии, где тропические циклоны не образуются, за исключением случаев, описанных в монографии [Формування погодних умов... 2007, с. 142] произошло землетрясение (рис. 22).

За 7 суток до этого землетрясения над его эпицентром сформировался тропический циклон (рис. 23).



← Рис. 22. Карта эпицентра землетрясения 21.01.2013 в Южной Атлантике [Earthquakes... 2013].



Рис. 23. Карта облачности 14.01.2013 в 15:00 в районе эпицентра землетрясения в Южной Атлантике [TRMM Near-Real-Time Images... 2013]

Циклон сформировался 14 января 2013 г. в 15 часов по местному времени и фиксировался до 17 января до 08 часов по местному времени. Циклон сформировался в соответствии с геодинамическим процессом недельного периода [Геодинамика. Основы кинематической геодезии... 2007, с. 264], сопровождающимся нарушением сплошности геологической среды и эманациями газов [Сывороткин 2002]. И циклогенез, и сейсмичность у берегов Бразилии настолько маловероятны, что говорить о случайном совпадении этих событий нет оснований. Общеизвестно (как уже было сказано), что в Южной Атлантике ТЦ практически не формируются, а шельф Бразилии можно считать асейсмичным районом. Циклогенез и сейсмичность взаимосвязаны и сформированы глобальным геодинамическим процессом, определившим 20—21 января 2013 г. тропический циклогенез, как у берегов Бразилии, так и в Северной Атлантике, и в районе Калифорнийского залива.

### Выводы

Обобщение и анализ опубликованных материалов исследований показывают, что режим эманаций глубинных газов в районах акваторий зависит от глобальных геодинамических процессов, эпизодически нарушающих сплошность геологической среды. Геодинамические процессы проявлены в океане не менее чем на 10% площади морского дна и характеризуются наличием периодической составляющей. Объемы глубинных газов достаточны для того, чтобы влиять на компонентный состав атмосферного воздуха в пограничном слое океан-атмосфера. Периодические эманации глубинных газов могут способствовать формированию областей пониженного давления, которые в тропической зоне при наличии других необходимых факторов формируют тропические циклоны. Системный характер процессов эманации глубинных газов в различных районах тропического циклогенеза может служить объяснением существующих закономерностей глобального тропического циклогенеза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Бгатов В.И. История земной атмосферы. М.: Недра, 1985. 86 с.
2. Бондур В.Г., Зверев А.Т., Гапонова Е.В., Зима А.Л. Исследование из космоса деформационных волн — предвестников землетрясений, проявляющихся в динамике линейных систем // Исследования Земли из космоса. 2012. № 1. С. 3—20.
3. Бороздич Э. В. Короткоживущие подкоровые локальные возмущения (КПЛВ). Их природа и проявления [Электронный ресурс] // Исследования в России.: Электронный журн. 2008. № 49. С. 555—574. Режим доступа: <http://zhurnal.apl.relarn.ru/articles/2008/049.pdf>.

**Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы**

4. Вартамян Г.С., Куликов Г.В. Гидрогеодеформационное поле Земли // Докл. АН СССР. 1982. Т. 262. № 2. С. 310–314.
5. Вартамян Г.С. ГГД-мониторинг как ключевая технология системы краткосрочного и оперативного прогноза сильных землетрясений // Опыт комплексного изучения геофизических полей для целей сейсмопрогноза.: Материалы конференции, М.: Геоинформмарк, 1998. С. 10–12.
6. Войтенко С.П., Капочкин Б.Б., Учитель И.Л., Ярошенко В.Н. Геодинамика. Основы кинематической геодезии. Одесса: Астропринт. 2007. 264 с.
7. Высикайло Ф.И. Новая 3D концепция усиления кумулятивных структур (КС) в катастрофах. Часть I. Самоорганизация КС с кумулятивными струями // Пространство и Время. 2012. № 4(10). С. 141–150.
8. Гладких И.И., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В., Лисоводский В.В. Формування погодних умов в морських та прибережних районах. Одеса: Астропринт, 2007. 142 с.
9. Головачев С.П., Дубров М.Н., Волков В.А. Взаимосвязь тропического циклогенеза и сейсмической активности по данным спутниковых и наземных измерительных комплексов // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 2011. Т. 8. № 1. С. 232–238.
10. Казаны В.В., Сорочинская Е.А., Радулов А.О., Горб В.А., Коваленко Д.Н., Цимбалюк Н.В., Капочкина М.Б., Зарудная З. Исследование причин тропического циклогенеза // Сборник научных работ всеукраинской конференции с международным участием «Молоді науковці – географічній науці». Вип. 8. Киев: Обрії, 2012. С. 229–232.
11. Капочкина М.Б., Цимбалюк Н.В., Доля В.Д. Физические основы атмосферных индексов // Сборник научных работ всеукраинской конференции с международным участием «Молоді науковці – географічній науці». Вип. 9. Киев: Обрії, 2013. С. 1–5.
12. Конкин В.В., Капочкин Б.Б., Кучеренко Н.В., Лисоводский В.В. Спутниковые наблюдения при решении теоретических вопросов тропического циклогенеза // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. 1-я Международная конференция. М.: БИНОМ, 2003. С. 45–46.
13. Конкин В. В., Капочкин Б. Б., Кучеренко Н.В., Лисоводский В.В. Вихревые структуры с «глазом бури», вопросы формирования и классификации // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. Одесса: ТЕС, 2004. Вип. 48. С. 180–185.
14. Кропоткин П.Н. Дегазация Земли и генезис углеводородов // Вестн. Хим. об-ва. 1986. № 5. С. 540–547.
15. Кружкова Т.С., Иванидзе Т.Г., Макарова М.Е. Статистические характеристики тропических циклонов и особенности циркуляции атмосферы за 30 лет (1970–1999 гг.) [Электронный ресурс] // Фундаментальные и прикладные гидрометеорологические исследования», СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. Официальный сайт Методического кабинета Гидрометцентра России. Режим доступа: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr/tr.html>.
16. Малахова В.В., Голубева Е.Н. Моделирование эмиссии метана на шельфе Восточной Арктики в результате его разгрузки из донных источников // Турбулентность, динамика атмосферы и климата. Международная конференция в память академика А.М. Обухова. Новосибирск: ИВМиМГ СО РАН.. 2013
17. Милькис М.Р. Метеорологические предвестники сильных землетрясений // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1986. № 3. С.36–47.
18. Михайлов В.И., Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Взаимодействие в системе литосфера – гидросфера. Одесса: Астропринт, 2010. 154 с.
19. Перерва В.М., Лялько В.И. Об эндогенной составляющей в температурной дифференциации поверхности Черного моря // Геологический журнал. 1996. № 3/4. С. 123–128.
20. Рудяев Ф.И. Тропические циклоны и гравитационное поле земли // Человек и стихия. Л.: Гидрометеоиздат. 1981. С. 48–50.
21. Сывороткин В.Л., Нивин В.А., Тимашев С.Ф. Мониторинг выделения водорода в Хибинских горах // Дегазация Земли: геодинамика, геофлюиды, нефть, газ и их парагенезы. Материалы всероссийской конференции, 22–25 апреля 2008 г. М.: ГЕОС, 2008. С. 477–479.
22. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация Земли и глобальные катастрофы. М.: Геосервис, 2002. 250 с.
23. Сывороткин В.Л. Рифтогенез и озоновый слой. М.: Геоинформмарк, 1996. 62 с.
24. Султанходжаев А.Н. Геохимические методы прогноза землетрясений. М.: Наука, 1992. 213 с.
25. Тронин А.А. Спутниковые методы изучения землетрясений // Современные проблемы зондирования Земли из космоса. 2011. № 4. С. 335–343.
26. Тяпкин К.Ф. Блоки земной коры с позиций новой гипотезы структурообразования // Геологический

**Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы**

- журнал. 1993. № 4. С. 10–20.
27. Учитель И.Л., Дорофеев В.С., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. Геодинамика. Основы динамической геодезии. Одесса: Астропринт, 2008. 311 с.
  28. Учитель И.Л., Дорофеев В.С., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. Геодеформації, їх вплив на інженерні споруди. Одесса: Астропринт, 2012. 366 с.
  29. Оперативные спутниковые данные [Электронный ресурс] // Гидрометцентр России. Официальный сайт. Режим доступа: [http://www.meteoinfo.ru/media/satel/latest\\_r\\_w.jpg](http://www.meteoinfo.ru/media/satel/latest_r_w.jpg)
  30. Цимбалюк Н.В., Пилипенко А.В., Кауниц Р.В., Козлов К.В., Савченко Ю.С., Жиров А.С., Казаны В.В. Спутниковый мониторинг экстратропического и приэкваториального тропических циклонов // Сборник научных работ всеукраинской конференции с международным участием «Молоді науковці – географічній науці». Вып. 9. Киев: Обрії, 2013. С. 209–212.
  31. Черкез Е.А., Шмуратко В.И., Вахрушев О.А. История изучения и проблемы динамики уровня Куяльницкого лимана // Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення. Всеукраїнська науково-практична конференція. Одеса: ТЕС, 2012. С. 47–49.
  32. Черкез Е.А., Шмуратко В.И., Вахрушев О.А. Ротационно-фильтрационная модель водного баланса Куяльницкого лимана // "Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення". Всеукраїнська науково-практична конференція. Одеса: ТЕС, 2012. С. 50–51.
  33. Шарков Е.А., Афонин В.В. Глобальный тропический циклогенез и 27-суточные вариации солнечной активности // Исследование Земли из космоса 2012. № 1. С. 21–28.
  34. Ярошевич М.И. Тропические циклоны и сейсмическая активность // Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1991. № 10. С. 17–30.
  35. Ярошевич М.И. Возможное влияние тропических циклонов на сейсмическую активность северо-западной части Тихого океана // Проблемы анализа риска. 2008. Т. 5. № 3. С. 60–70.
  36. Ярошевич М.И. О некоторых признаках влияния аномалий силы тяжести на тропические циклоны северо-западной части Тихого океана // ДАН. 2011. Т. 437. № 4. С. 548–552.
  37. "A Plot of the Polar Motion for the Two Week Interval." *Earth Orientation Center of the International Earth Rotation and Reference Systems Service*. IERS EOP PC, Observatoire de Paris, 9 Jul. 2012. Web. <<http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/products/combined/C04plot.php>>.
  38. Chiodini G., Cardellini C., Amato A., Boschi E., Caliro S., Frondini F. Ventura G. Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy. *Geophys. Res. Lett.* 31 (2004): L07615, doi: 10.1029/2004GL019480.
  39. "Earthquakes – Earthquake Today – Latest Earthquakes in the World." *EMSC Official Site*. European-Mediterranean Seismological Centre, 2013. Web. <<http://www.emsc-csem.org>>.
  40. Emanuel K. "Increasing Destructiveness of Tropical Cyclones Over the Past 30 Years." *Nature* 436 (2005): 686–688, doi: 10.1038/nature03906.
  41. Frank W.M., Young G.S. "The Interannual Variability of Tropical Cyclones." *Mon. Weather Rev.* 135 (2007): 3587–3598, doi:10.1175/MWR3435.1.
  42. Gilat1 A.L., Vol A. "Degassing of Primordial Hydrogen and Helium as the Major Energy Source for Internal Terrestrial Processes." *Geoscience Frontiers* 3.6 (November 2012): 911–921, doi 10.1016/j.gsf.2012.03.009
  43. Kapochkin B.B. Kucherenko N.V., Dolia V.D., Baadzhy A.B. "The Theory of Global Tropical Cyclogenesis." *EGU General Assembly Geophysical Research Abstracts* 11 (2009): EGU2009-11248-1.
  44. Kapochkin B.B., Kucherenko N.V., Kapochkina A.B. The Theory of Formation of a Tropical Cyclone." *EGU – Geophysical Research Abstracts* 9 (2007): A-00353.
  45. Kapochkina A.B., Kapochkin B.B. "Changes in an Environment Before the Greek Earthquake (14.08.03)." *5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology*. Thessaloniki, Greece, 2004, pp. 587–590.
  46. Liu K.S., Chan J.C.L. Interannual Variation of Southern Hemisphere Tropical Cyclone Activity and Seasonal Forecast of Tropical Cyclone Number in the Australian Region. *International Journal of Climatology* 2 (2012): 190–202, doi 10.1002/joc.2259.
  47. Syvorotkin V.L. "Hydrogen Degassing of the Earth: Natural Disasters and the Biosphere." *Man and the Geosphere*. Ed. I.V. Florinsky. New York: Nova Science Publisher, Inc., 2010, pp. 307–347.
  48. "TRMM Near-Real-Time Images." *JAXA/EORC Real-Time Monitoring for Tropical Cyclones*. Japan Aerospace Exploration Agency, Earth Observation Research Center, 2013. Web. <[http://sharaku.eorc.jaxa.jp/trmm/RT/index\\_e.html](http://sharaku.eorc.jaxa.jp/trmm/RT/index_e.html)>.

**Капочкина А.Б., Капочкин Б.Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы  
в районах акваторий на атмосферные процессы**

49. *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*. NASA & Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), n.d. Web. <<http://trmm.gsfc.nasa.gov>>.
50. Watson I.M., Oppenheimer C., Voight B., Francis P.W., Clarke A., Stix J., Miller A., Pyle D.M., Burton M.R., Young S.R., Norton G., Loughlin S., Darroux B., Staff M.V.O. "The Relationship Between Degassing and Ground Deformation at Soufriere Hills Volcano, Montserrat." *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 98 (2000): 117–126, PII: S0377-0273(99)00187-0

Цитирование по ГОСТ Р 7.0.11—2011:

Капочкина, А. Б., Капочкин, Б. Б. Влияние газовой составляющей флюидного режима литосферы в районах акваторий на атмосферные процессы [Электронный ресурс] / А.Б. Капочкина, Б.Б. Капочкин // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. — 2013. — Т. 4. — Вып. 1: Система планета Земля. — Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-apovr\_e-ast4-1.2013.31.

## **INFLUENCE OF THE GAS COMPONENT OF LITHOSPHERE FLUID REGIME ON THE ATMOSPHERIC PROCESSES AT WATER AREAS**

Anastasiya B. Kapochkina, M.Sc. (Oceanology), postgraduate, State Environmental Inspectorate of Environmental Protection North-West region of Black Sea (Odessa, Ukraine)  
E-mail: tsb1@mail.ru, nastia-82@mail.ru

Boris B. Kapochkin, Sc.D. (Geology and Mineralogy), Associate Professor, A. Popov National Academy of Telecommunications (Odessa, Ukraine)  
E-mail: tsb1@mail.ru

Identification of causal links between natural processes is of great practical and scientific value. In this sense a problem of deep mass transfer through hydrosphere to the atmosphere is highly important.

It is a well-known fact that atmospheric processes depend on the changes of atmospheric composition components. Phase transfers energy and atmospheric chemical reactions are relevant to atmosphere dynamics. We undertook empirical study of linkages between lithospheric dynamics, deep degassing and atmospheric processes. The main objects of our research are the tropical cyclogenesis process and its link with global geodeformations. On the base of a number of scientific sources and our own empirical data we have showed that mode of deep gas emanations is formed by the global geodeformation processes. It allowed us to draw some conclusions: (i) Not less than 10% of seabed area produces lithospheric gases periodically. (ii) It is deep gas volume that significantly changes the component composition of atmospheric air in ocean — atmosphere boundary layer. (iii) Periodic deep gases emanation may contribute to the formation of low pressure local areas. Under other necessary factors, these areas form cyclones in the tropics. (iv) Deep gases emanation processes as a cause of regional tropical cyclogenesis may explain patterns of global ones.

**Keywords:** World Ocean, fluid, deep gases, atmospheric processes, hydrosphere, tropical cyclones, deep mass transfer, geodeformations.

### **References:**

1. "A Plot of the Polar Motion for the Two Week Interval." *Earth Orientation Center of the International Earth Rotation and Reference Systems Service*. IERS EOP PC, Observatoire de Paris, 9 Jul. 2012. Web. <<http://hpiers.obspm.fr/eop-pc/products/combined/C04plot.php>>.
2. Bgatov V.I. *History of the Earth Atmosphere*. Moscow: Nedra Publishing, 86 p. (In Russian).
3. Bondur V.G., Zverev A.T., Gaponova E.V., Zima A.L. "Out-of-Space Researches of Strain Waves - Earthquake Precursors Manifested in Dynamics of Lineament Systems." *Earth Study from Space* 1 (2012): 3–20. (In Russian).
4. Borozdich E.V. "Short-lived Subcrustal Local Perturbations (SLSLP). Their Nature and Manifestations." *Electronic Journal 'Research in Russia'* 49 (2008): 555–574. Web. <<http://zhurnal.apl.relarn.ru/articles/2008/049.pdf>>.

**КАПОЧКИНА А.Б., КАПОЧКИН Б.Б. ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФЛЮИДНОГО РЕЖИМА ЛИТОСФЕРЫ  
В РАЙОНАХ АКВАТОРИЙ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

(In Russian).

5. Cherkez E.A., Shmuratko V.I., Vakhrushev O.A. "History of the Study and Problems of Level Dynamics in Kuyalnik Liman." *Vseukrai'ns'ka naukovo-praktychna konferencija "Lymany pivnichno-zahidnogo Prychornomor'ja: aktual'ni gidroekologichni problemy ta shljahy i'h vyrishennja"* [Proceedings of All-Ukrainian Scientific-practical Conference 'Limans of North-western Black Sea Area: Current Hydro-environmental Problems and Ways of Solutions']. Odesa: TES. 2012., pp. 50–51. (In Russian).
6. Cherkez E.A., Shmuratko V.I., Vakhrushev O.A. "Rotary and Filtrational Water-balance Model of Kuyalnik Liman." *Vseukrai'ns'ka naukovo-praktychna konferencija "Lymany pivnichno-zahidnogo Prychornomor'ja: aktual'ni gidroekologichni problemy ta shljahy i'h vyrishennja"* [Proceedings of All-Ukrainian Scientific-practical Conference 'Limans of North-western Black Sea Area: Current Hydro-environmental Problems and Ways of Solutions']. Odesa: TES. 2012, pp. 47–49. (In Russian).
7. Chiodini G., Cardellini C., Amato A., Boschi E., Caliro S., Frondini F. Ventura G. "Carbon dioxide Earth degassing and seismogenesis in central and southern Italy." *Geophys. Res. Lett.* 31 (2004): L07615, doi: 10.1029/2004GL019480.
8. "Earthquakes – Earthquake Today – Latest Earthquakes in the World." *EMSC Official Site. European-Mediterranean Seismological Centre*, 2013. Web. <<http://www.emsc-csem.org>>.
9. Emanuel K. "Increasing Destructiveness of Tropical Cyclones Over the Past 30 Years." *Nature* 436 (2005): 686–688, doi: 10.1038/nature03906.
10. Frank W.M., Young G.S. "The Interannual Variability of Tropical Cyclones." *Mon. Weather Rev.* 135 (2007): 3587–3598, doi:10.1175/MWR3435.1.
11. Gilat1 A.L., Vol A. "Degassing of Primordial Hydrogen and Helium as the Major Energy Source for Internal Terrestrial Processes." *Geoscience Frontiers* 3.6 (November 2012): 911–921
12. Gladkyh I.I., Kapochkin B.B., Kucherenko N.V., Lisovods'kyj V.V. *Weather Conditions Formation in Marine and Coastal Areas*. Odesa: Astroprint Publisher, 2007. 142 p. (In Ukrainian).
13. Golovachev S.P., Dubrov M.N., Volkov V.A. "Tropical Cyclogenesis and Seismic Activity Interrelation from Data of Satellite and Terrestrial Measurement Systems." *Actual Problems of Remote Earth Sensing from Space* 8.1 (2011): 232–238. (In Russian).
14. Kapochkin B.B. Kucherenko N.V., Dolia V.D., Baadzhy A.B. "The Theory of Global Tropical Cyclogenesis." *EGU General Assembly Geophysical Research Abstracts* 11 (2009): EGU2009-11248-1.
15. Kapochkin B.B., Kucherenko N.V., Kapochkina A.B. The Theory of Formation of a Tropical Cyclone." *EGU – Geophysical Research Abstracts* 9 (2007): A-00353.
16. Kapochkin B.B., Kucherenko N.V., Kapochkina A.B. The Theory of Formation of a Tropical Cyclone." *EGU – Geophysical Research Abstracts* 9 (2007): A-00353.
17. Kapochkina A.B., Kapochkin B.B. "Changes in an Environment Before the Greek Earthquake (14.08.03)." *5th International Symposium on Eastern Mediterranean Geology*. Thessaloniki, Greece, 2004, pp. 587–590.
18. Kapochkina M.B., Tsimbalyuk N.V., Dolya V.D. "Physical Basis of Atmospheric Indices." *Sbornik nauchnykh robot vseukrainskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Molodi naukovci – geografichnij nauci»*. [Proceedings of the All-Ukrainian Conference with International Participation 'Young Scientists – for Geographical Science']. Kiev: Obrii' Publisher, 2013, issue 9, pp. 1–5. (In Russian).
19. Kazany V.V., Sorochinskaya E.A., Radulov A.O., Gorb V.A., Kovalenko D.N., Tsimbalyuk N.V., Kapochkina M.B., Zarudnaya Z. "Research into the Causes of Tropical Cyclogenesis." *Sbornik nauchnykh robot vseukrainskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Molodi naukovci – geografichnij nauci»*. [Proceedings of the All-Ukrainian Conference with International Participation 'Young Scientists - for Geographical Science']. Kiev: Obrii' Publisher, 2012, issue 8, pp. 229–232. (In Russian).
20. Konkin V.V., Kapochkin B.B., Kucherenko N.V., Lisovodskiy V.V. "Satellite Observations When Solving Theoretical Problems of Tropical Cyclogenesis." *Materialy 1-y Mezhdunarodnoy konferentsii Zemlya iz kosmosa – naibolee effektivnye resheniya* [Proceedings of the 1st International Conference 'Earth from Space – the Most Effective Solutions']. Moscow: BINOM Publisher, 2003, pp. 45–46. (In Russian).
21. Konkin V.V., Kapochkin B.B., Kucherenko N.V., Lisovodskiy V.V. "Vortex Structures with the Eyewall: Questions of Formation and Classification." *Meteorology, Climatology and Hydrology*. Odessa: TES Publisher, 2003, issue 48, pp. 180–185. (In Russian).
22. Kropotkin P.N. "Degassing of the Earth and Genesis of Hydrocarbons." *Bulletin of Chemical Society* 5 (1986): 540–547. (In Russian).
23. Kruzhkova T.S., Ivanidze T.G, Makarova M.E. "Statistical Characteristics of Tropical Cyclones and the Atmospheric Circulation Features for 30 Years (1970–1999)." *Fundamental and Applied Meteorological Researches*. St. Petersburg: Gidrometeoizdat Publisher, 2003. Methodical office of Hydrometeorological Centre of

**КАПОЧКИНА А.Б., КАПОЧКИН Б.Б. ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФЛЮИДНОГО РЕЖИМА ЛИТОСФЕРЫ  
В РАЙОНАХ АКВАТОРИЙ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

- Russia, n.p. Web. <<http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr/tr.html>>. (In Russian).
24. Liu K.S., Chan J.C.L. "Interannual Variation of Southern Hemisphere Tropical Cyclone Activity and Seasonal Forecast of Tropical Cyclone Number in the Australian Region." *International Journal of Climatology* 2 (2012): 190–202, doi 10.1002/joc.2259.
25. Malakhova V.V., Golubeva E.N. "Methane Emissions Modeling on the Eastern Arctic Shelf Resulting from Discharge of Methane from Bottom Sources." *Mezhdunarodnaya konferentsiya v pamyat' akademika A.M. Obukhova Turbulentnost', dinamika atmosfery i klimata [International Conference in Memory of Academician A.M. Obukhov 'Turbulence Dynamics of the Atmosphere and Climate']*. Novosibirsk: IVMiMG SO RAN Publisher, 2013. N. pag. (In Russian).
26. Mikhaylov V.I., Kapochkina A.B., Kapochkin B.B. *Interaction in the System Lithosphere – Hydrosphere*. Odessa: Astroprint Publisher, 2010. 154 p. (In Russian).
27. Milkis M.P. "Meteorological Precursors of Strong Earthquakes." *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 3 (1986): 36–47. (In Russian).
28. "Operational Satellite Data." *Official Site of Russian Hydrometeorological Center*. Federal State Budget Institution Russian Hydrometeorological Center, n.d. Web. <[http://www.meteoinfo.ru/media/satel/latest\\_r\\_w.jpg](http://www.meteoinfo.ru/media/satel/latest_r_w.jpg)>. (In Russian).
29. Pererva V.M., Lyal'ko V.I. "An Endogenous Component of the Temporal Differentiation of the Black Sea Surface." *Geological Journal* 3/4 (1996): 123–128. (In Russian).
30. Rudyayev F.I. "Tropical Cyclones and the Earth Gravitational Field." *Man and Element*. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1981, pp. 48–50. (In Russian).
31. Sharkov E.A., Afonin V.V. "Global Tropical Cyclogenesis and 27-Diurnal Solar Activity Variations." *Earth Study from Space* 1 (2012): 21–28. (In Russian).
32. Sultankhodzhaev A.N. *Geochemical Methods of Earthquake Prediction*. Moscow: Nauka Publisher, 1992, 213 p. (In Russian).
33. Syvorotkin V.L. "Hydrogen Degassing of the Earth: Natural Disasters and the Biosphere." *Man and the Geosphere*. Ed. I.V. Florinsky. New York: Nova Science Publishers, Inc., 2010, pp. 307–347
34. Syvorotkin V.L. *Earth Deep Degassing and Global Disasters*. Moscow: Geoservis Publisher, 2002, 250 p. (In Russian).
35. Syvorotkin V.L. *Riftogenesis and the Ozone Layer*. Moscow: Geoinformmark Publisher, 1996, 62 p. (In Russian).
36. Syvorotkin V.L., Nivin V.A., Timashev S.F. "Monitoring of Hydrogen Evolution in the Khibiny Mountains." *Degazatsiya Zemli: geodinamika, geoflyuidy, neft', gaz i ikh paragenезу. Materialy vserossiyskoy konferentsii 22 – 25 aprelya 2008 g. [Proceedings of the All-Russian Conference 'Earth Degassing: Geodynamics, Geofluids, Oil, Gas and Their Paragenesis' 22 – 25 Apr. 2008]*. Moscow: GEOS Publisher, pp. 477–479. (In Russian).
37. "TRMM Near-Real-Time Images." *JAXA/EORC Real-Time Monitoring for Tropical Cyclones*. Japan Aerospace Exploration Agency, Earth Observation Research Center, n.d. Web. <[http://sharaku.eorc.jaxa.jp/trmm/RT/index\\_e.html](http://sharaku.eorc.jaxa.jp/trmm/RT/index_e.html)>.
38. Tronin A.A. "Satellite Methods for Earthquakes Study." *Modern Problems of Earth Sensing from Space*. 4 (2011): 335–343. (In Russian).
39. Tropical Cyclone." *EGU – Geophysical Research Abstracts* 9 (2007): A-00353.
40. *Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*. NASA and the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA), n.d. Web. <<http://trmm.gsfc.nasa.gov>>.
41. Tsimbalyuk N.V., Pilipenko A.V., Kaunits R.V., Kozlov K.V., Savchenko Yu.S., Zhironov A.S., Kazany V.V. "Satellite Monitoring of Extra-tropical and Subequatorial Tropical Cyclone." *Sbornik nauchnykh rabot vseukrainskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Molodi naukovci – geografichnij nauci»*. [Proceedings of the All-Ukrainian Conference with International Participation 'Young Scientists - for Geographical Science']. Kiev: Obrii' Publisher, 2013, issue 9, pp. 209–212. (In Russian).
42. Tyapkin K.F. "Crustal Blocks from the Positions of a New Hypothesis of Structure Formation." *Geological Journal* 4 (1993): 10–20. (In Russian).
43. Uchitel' I.L., Dorofeev V.S., Yaroshenko V.N., Kapochkin B.B. *Geodynamics. Fundamentals of Dynamic Geodesy*. Odessa: Astroprint Publisher, 2008, 311 p. (In Russian).
44. Uchitel' I.L., Dorofeev V.S., Yaroshenko V.N., Kapochkin B.B. *Geodeformations and Their Impact on Engineering Structures*. Odesa: Astroprint Publisher, 2012, 366 p. (In Ukrainian).
45. Vartanyan G.S. "DGD-Monitoring as a Key Technology of System for Strong Earthquakes Short-term and Operative Forecasting." *Materialy konferentsii 'Opyt kompleksnogo izucheniya geofizicheskikh poley dlya tseyey seysmoprognоза'* [Proceedings of the Conference 'Experience of Geophysical Fields Complex Study for Seismic Prediction']. Moscow: Geoinformmark Publisher. 1998, pp. 10–12. (In Russian).
46. Vartanyan G.S., Kulikov G.V. "Hydrogeodeformational Field of the Earth." *Doklady AN SSSR [Reports of the USSR*

**КАПОЧКИНА А.Б., КАПОЧКИН Б.Б. ВЛИЯНИЕ ГАЗОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ФЛЮИДНОГО РЕЖИМА ЛИТОСФЕРЫ  
В РАЙОНАХ АКВАТОРИЙ НА АТМОСФЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ**

- Academy of Science*] 262.2 (1982):. 310—314. (In Russian).
47. Voytenko S.P., Kapochkin B.B., Uchitel' I.L., Yaroshenko V.N. *Geodynamics. Fundamentals of Kinematic Geodesy*. Odessa: Astroprint Publisher, 2007. 264 p. (In Russian).
  48. Vysikaylo Ph.I. "The New 3D Concept of Cumulative Structures (CDS) Amplification in the Disasters. Part I. Self-Organization of CDS with Cumulative Jets." *Prostranstvo i Vremya [Space and Time]* 4(10) (2012): 141—150. (In Russian).
  49. Watson I.M., Oppenheimer C., Voight B., Francis P.W., Clarke A., Stix J., Miller A., Pyle D.M., Burton M.R., Young S.R., Norton G., Loughlin S., Darroux B., Staff M.V.O. "The Relationship Between Degassing and Ground Deformation at Soufriere Hills Volcano, Montserrat." *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 98 (2000): 117–126, PII: S0377-0273(99)00187-0
  50. Yaroshevich M.I. "On Some Criteria for Influence of Gravity Anomalies on Tropical Cyclones of North-Western Pacific." *Doklady Earth Sciences* 437.4 (2011): 548—552. (In Russian).
  51. Yaroshevich M.I. "Possible Impact of Tropical Cyclones on Seismic Activity of North-Western Pacific." *Problems of Risk Analysis* 5.3 (2008): 60—70. (In Russian).
  52. Yaroshevich M.I. "Tropical Cyclones and Seismic Activity." *Izvestiya, Physics of the Solid Earth* 10 (1991): 17—30. (In Russian).

**Cite MLA 7:**

Kapochkina, A. B., and B. B. Kapochkin. "Influence of the Gas Component of Lithosphere Fluid Regime on the Atmospheric Processes at Water Areas." *Elektronnoe nauchnoe izdanie Al'manakh Prostranstvo i Vremya, Spetsialny vypusk Sistema planeta Zemlya [Electronic Scientific Edition Almanac Space and Time. Special Issue 'The Earth Planet System']* 4.1 (2013). Web. <2227-9490e-aprov\_r\_e-ast4-1.2013.31>. (In Russian).