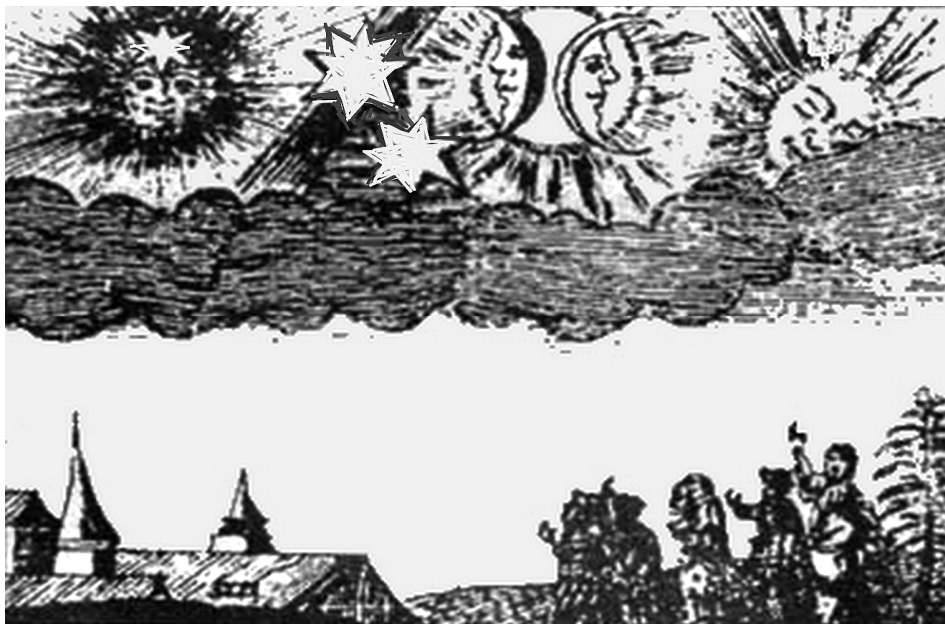




Появление звезд на дневном небе. Рисунок из «Хроники знамений и чудес»
К. Ликостенеса (1518–1561)

УДК 551.590.2+525.235



Владимирский Б.М.

Загадочный штормглас и погода – земная и космическая

Владимирский Борис Михайлович, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Таврического университета им. В.И. Вернадского (Симферополь, Крым, Украина)

E-mail: bvlad@yandex.ru

Неизвестно, кем и когда изобретен штормглас – прибор-индикатор «обычной» и космической погоды. До сих пор не вполне понятно, как он работает. Последним знатоком этого устройства был адмирал Р. Фицрой, знаменитый капитан «Бигля». Он консультировался – в своих попытках понять физику наблюдаемых явлений – с М. Фарадеем. В последующем штормгласом интересовались некоторые известные ученые. Пока не удалось наладить количественные систематические измерения с этим прибором, используя современные технологии. В высшей степени интересные данные получены в последние годы в Крыму с помощью визуальных наблюдений.

Ключевые слова: штормглас; космическая погода; метеотропные химические реакции; физика воды.

Междисциплинарное введение

Исследованиями последних десятилетий установлено, что солнечная активность (теперь чаще говорят – космическая погода) влияет на все многообразие биологических процессов – всегда и в глобальном масштабе. Общеизвестно, что этот вывод был впервые сформулирован А.Л. Чижевским. Он предложил специальный термин, подчеркивающий всеобщую распространенность подобных явлений – «гелиобиология». Универсальность гелиобиологических связей естественно приводят к мысли, что влияние космической погоды реализуется прежде всего на физико-химическом уровне. Если, например, предположить, что какие-то факторы космической погоды влияют на водные растворы, то «гелиобиология» возникла бы – как вторичное следствие – немедленно: ведь вода играет роль в биологических процессах совершенно исключительную...

Теперь «вторичное» происхождение гелиобиологии сомнений не вызывает: накоплено множество экспериментальных наблюдений, свидетельствующих о воздействии космической погоды на динамику самых разных

физико-химических процессах – не только протекающих в воде¹. При этом постепенно выяснилась и физическая природа ведущего фактора, непосредственно влияющего в среде обитания на поведение упомянутых физико-химических систем. Это электромагнитные поля низких – сверхнизких частот (радиоволны очень большой длины), в океане которых находится биосфера и проходит вся наша жизнь. Амплитудно-спектральные вариации электромагнитного фона – как теперь выясняется – имеют важное экологическое значение. Механизмы, описывающие, как именно событие на Солнце трансформируется в электромагнитное возмущение на поверхности планеты, в общем понятны. Самое масштабное проявление космической погоды – магнитная буря с внезапным началом – соответствует возрастаниям интенсивности сверхдлинных радиоволн в среде обитания во многие сотни раз². Некоторые возмущения фоновых электромагнитных полей обусловлены чисто земными процессами – в частности, метеорологическими (атмосферными) явлениями. Поэтому часто вариации космической погоды и «обычной» погоды воздействуют на систему (и организм) совместно.



Джорджо Пиккарди (Giorgio Piccardi, 1895–1972) в своей лаборатории

Обычный прием для изучения внешних воздействий на физико-химическую систему – систематическое повторение (изо дня в день...) какой-нибудь реакции при стандартных условиях. Наиболее известны тесты, разработанные итальянским физико-химиком Д. Пиккарди. Он организовал регулярные измерения скорости осаждения оксихлорида висмута (после гидролиза хлористого висмута) в слабом водном растворе соляной кислоты. В своей книге³ он приводит инструкции по проведению этой реакции, сообщает о результатах обработки накопленного массива данных (был даже обнаружен эффект солнечных вспышек) и ссылается на работы своих предшественников. Эти публикации теперь прочно забыты, труднодоступны, но содержат ценную информацию по мониторингу химических реакций. Не менее интересны продолжительные наблюдения над водными растворами. Например, немецкий микробиолог Г. Бортельс⁴ обнаружил, что время сохранения переохлажденной воды (-6°C) заметно

сокращается при наступлении некоторых характерных погодных ситуаций и во время магнитных бурь.

В последующие годы результаты Д. Пиккарди были воспроизведены независимыми авторами (А.М. Опалинская, Л.П. Агулова). Данные были получены и с другими тест-реакциями (С.Э. Шноль, В.В. Соколовский⁵).

Ныне интерес исследователей к наблюдениям подобного рода заметно возрос. Отчасти это связано с результатами некоторых новейших наблюдений над водными растворами. Поразительно, что очищенная вода в электрохимической ячейке изменяет свою электропроводность во время солнечного затмения⁶. Оказывается, в дистиллированной воде, находящейся в «обычном» сосуде в условиях лаборатории, возникает довольно регулярные незатухающие колебания ее параметров (один из периодов – около 25 мин.), при взбалтывании они пропадают, но потом опять возобновляются⁷. Дополнительная интрига состоит в том, что эти периоды очень близки к периодам собственных сейсмических колебаний Земли (этот эффект, несомненно электромагнитный – фон радиоволн, о котором шла речь, существенно меняется при затмениях и содержит упомянутые собственные колебания планеты). Как получается, что водный раствор так чувствителен к сверхслабым сигналам? Предполагают, что это его свойство, возможно, обусловлено наличием лабильных переходов между особыми надмолекулярными образованиями – наноструктурами воды. Но конкретный физический механизм суперчувствительности остается неизвестным. В этом и состоит основная причина повышенного интереса современных исследователей к опытам по мониторингу внешних воздействий на физико-химические системы.

Повторение стандартизированной физико-химической реакции при фиксированных условиях – процедура технически трудоемкая и несовершенная. Во много раз удобнее и легче иметь дело с обратимой метеотропной реакцией – когда система «отрабатывает» полученный сигнал, а затем возвращается в исходное состояние. Замечательно, что подобный процесс существует, давно известен в виде прибора, но исторически сложилось так, что он долгое время не привлекал серьезного внимания. Это – так называемый штормглас.

Штормглас, метеоскоп, колба Фицроя: устройство и исторические подробности

Внешне современный вариант штормгласа выглядит непритязательно: запаянная пробирка высотой около 10 см, диаметром 1,5 см. Она почти полностью заполнена жидкостью (сверху остается пузырек воздуха). Жидкость представляет собой насыщенный раствор камфары в спирте (первая составляющая) и насыщенный водный раствор калиевого селитры и нашатыря (вторая составляющая). При изготовлении прибора обе составляющие сливаются в соотношении 1:1 в пробирку, которая сразу наглухо запаивается. Технология его изготовления включает в себя

¹ Ссылки на соответствующие публикации см. в: Владимирский Б.М., Брунс А.В. Космическая погода, физико-химические системы и техносфера // Геофизические процессы и биосфера. 2010. Т. 9. № 1. С. 34–62.

² Дополнительные сведения по физике космической погоды можно почерпнуть в междисциплинарной монографии – Владимирский Б.М., Темурьянц Н. А., Мартынюк В. С. Космическая погода и наша жизнь. Фрязино: БЕК2, 2004. 224 с.

³ Piccardi G. The Chemical basis of medical Climatology, Springfield (Ill., USA). C.C. Thomas, Publisher, 1962. 129 p.

⁴ Bortels H. Das Gefrieren unterkühlten Wassers in Beziehung zu interdiurnen Luftdruckänderungen und zur Solaraktivität // Archive für Meteorol., Geophys. und Bioclimatologie. 1959. Bd. 7B. S. 269–270.

⁵ Владимирский Б.М., Брунс А.В. Указ. соч.

⁶ Цетлин В.В., Артамонов А.А., Бондаренко В.А., Федорова И.В. О временных вариациях токов проводимости воды в электрохимической ячейке // Тезисы VII Межд. Крымской конференции «Космос и биосфера». Судак, 2007. С. 208–209.

⁷ Дроздов А.В., Масюкович С.В., Нагорская Т.П. Динамика межмолекулярных взаимодействий в воде // Труды VI Международного Конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». СПб., 2012. С. 57.

много всяких тонкостей. В помещении сосуд располагается в спокойном месте, где исключается прямая засветка солнечными лучами. Согласно литературным источникам, прибор реагирует на изменение погоды. Эти сообщения в общем весьма разноречивы, но типичная ситуация такова: в период установления ясной погоды жидкость в пробирке прозрачна, на дне имеется белый рыхлый осадок с четкой линией раздела; примерно за двое суток до наступления ненастья (значительные изменения направления – скорости ветра, барометрического давления, выпадения осадков) в растворе появляются кристаллы причудливой формы. Иногда они заполняют весь объем. При возвращении ясной погоды кристаллы исчезают. Наблюдатели единодушны в одном: «внутренняя жизнь» пробирки весьма разнообразна и сложна. Даже сам вид кристаллов в разное время может сильно различаться.

Прибор известен с середины 18 века, имя изобретателя остается загадкой. В то время он использовался английскими моряками как предсказатель штормов (отсюда и его самое распространенное название). Экземпляры, изготовленные в 19 веке, все еще действуют и в наши дни. По внешнему виду они более узкие и длинные. Похоже, в 19 в. штормгласс уже рассматривался как забавная игрушка (хотя знаменитый жюльер-верновский капитан Немо имел его на борту «Наутилуса»).

Кажется, последним знатоком этого устройства был адмирал Р. Фицрой (1805–1865). В 1831–1836 гг. Роберт Фицрой, будучи капитаном брига «Бигль», руководил знаменитым кругосветным путешествием, в котором принимал также участие молодой Чарльз Дарвин. Адмирал был не только выдающимся гидрографом, но и основателем синоптической метеорологии и службы погоды. Размышляя о прогнозах, он не мог не интересоваться штормглассом. В Приложении к своей книге¹ он сообщает о некоторых своих наблюдениях, в которых сейчас трудно разобраться без синоптических карт. Но есть и общие сведения, очень интересные. Оказывается, в начале 19 в. прибор продавался на Лондонском мосту под названием *looking glass*; у разных изготовителей он существенно отличался по чувствительности; динамика кристаллообразования как-то связана с атмосферным электричеством. В связи с этим последним, адмирал консультировался с М. Фарадеем (ни биографы, ни историки науки, кажется, не проявили интереса к этой детали...). Сообщается так же любопытное «правило по эксплуатации»: раз в полгода пробирку надо взбалтывать и стирать с нее пыль. Адмирал наблюдал за поведением штормгласса много лет, можно только сожалеть о лаконичности реферируемого текста. Кажется справедливым, что прибор часто называют еще «колбой Фицроя».

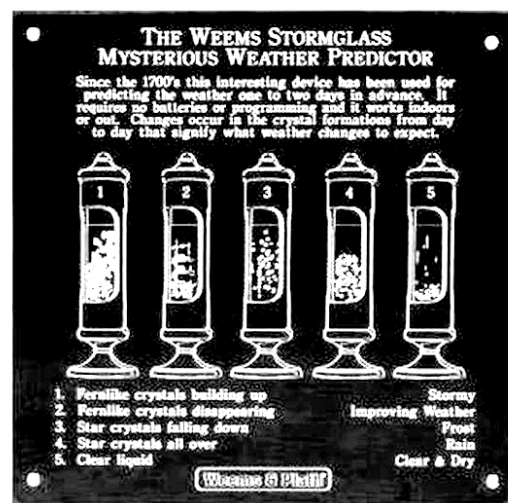
В наше время внимание русскоязычного читателя к таинственному прибору было привлечено публикацией замечательного исследователя и журналиста В.Е. Жвирблиса². Он изготовил миниатюрный вариант колбы Фицроя и подтвердил своими наблюдениями многообразие возникающих – исчезающих модификаций кристаллов. Он также обратил внимание на периодичность процессов, протекающих в приборе (5–7 суток) и высказал идею, согласно которой причиной всего комплекса явлений могут быть изменения растворимости воды под влиянием каких-то внешних воздействий.

В откликах читателей на эту заметку нашлось также немало любопытного. Например, Л.Д. Кисловский³ обратил внимание на малодоступную статью Д. Пиккарди (о его работах см. выше); согласно наблюдениям этого исследователя, все изменения в нескольких независимых сосудах происходят синхронно. Если одну из пробирок прикрыть колпачком из латунной сетки, интенсивность кристаллообразования в ней снижается – по сравнению с аналогичной незатененной.

В последующие десятилетия продолжалось медленное накопление дополнительных данных – к прежним за-



Общий вид штормгласса – колбы Фицроя (слева на приборной доске).



Изображение реакции штормгласса на изменение погоды на латунной пластине (Weems & Plath, 20 в.).



Роберт Фицрой (Robert FitzRoy, 1805–1865), адмирал Военно-морского флота Великобритании, метеоролог, основатель и руководитель Метеорологического департамента (портрет, принадлежащий Королевскому морскому колледжу в Гринвиче)



Вячеслав Евгеньевич Жвирблис (1930–2006), один из инициаторов возобновления исследования метеоскопа (еще одно название штормгласса)

¹ Фицрой Р. Практическая метеорология. СПб.: 1865, 445 с.

² Жвирблис В.Е. Что такое штормгласс // Химия и жизнь. 1979, № 6. С. 73–76.

³ Кисловский Л.Д. Речь может идти только о внешнем воздействии // Химия и жизнь. 1980. № 2. С. 70–71.

гадкам присоединились новые. Было обнаружено, что вероятность кристаллообразования возрастает с увеличением частоты следования импульсных возмущений электромагнитного фона в частотной полосе 8–10 кГц радиополучения дальних молниевых разрядов («атмосфериков»)¹. Возможно, штормгласс с некоторым упреждением реагирует на сейсмические события².



Один из экземпляров штормгласса, изготовленных Крымской группой

Штормгласс: мониторинг, новые данные

В начале 1990-х гг. междисциплинарная группа крымских исследователей – В.П. Щербаков, В.Я. Нарманский, В.С. Мартынюк, автор статьи – реализовала специальную исследовательскую программу по реконструкции технологии изготовления штормгласса. Итогом ее выполнения был выпуск нескольких малых партий прибора в соответствии с процедурой, признанной оптимальной. Применялись химически чистые соли, аптечная камфара и этиловый спирт высшей категории очистки. Запайивание тонкостенной пробирки (20 мл) из легкоплавкого стекла проводилось газовой горелкой сразу после сливания растворов, изготовленных в тот же день (но дистиллят отстаивался после получения не менее суток).

Конечно, изготовленные экземпляры прибора не могут считаться вполне идентичными старинным образцам. Некоторые тонкие детали технологии приготовления растворов, вероятно, утрачены. В прошлом использовалась камфара органического происхождения (оптически активная), упомянутые исследователи применяли рацемическую смесь. В старину бралась родниковая вода, содержащая различные примеси (было найдено, что воды разных крымских источников – если их использовать для приготовления исходных растворов – давали приборы различной чувствительности).

Эпизодические наблюдения, проводившиеся независимыми экспертами в разных местах, показали, что вновь изготовленные образцы обнаруживают вариации, очень близкие к описанным в литературе (и частично воспроизведенным выше).

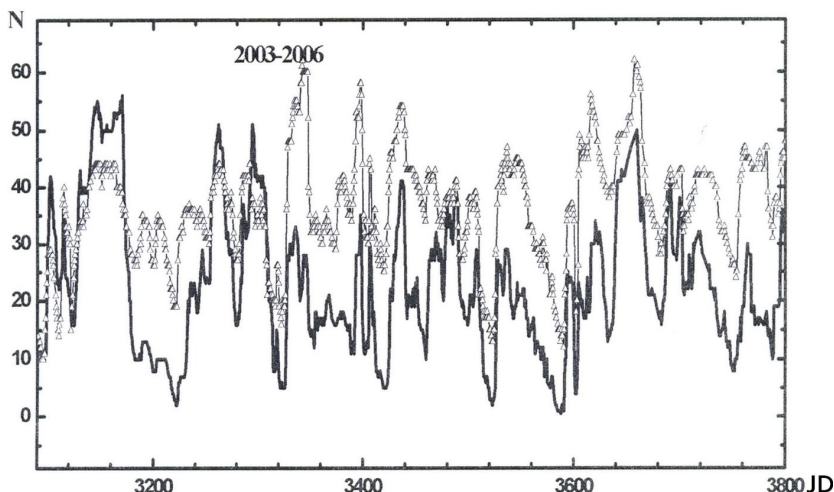


Рис. 1. В двух приборах, разнесенных на расстояние 2 м, ежесуточные показатели изменяются синхронно. По горизонтальной оси даны юлианские дни

проводились одним наблюдателем (Э.А. Барановским). Некоторые из коротких перерывов в регистрации были обусловлены аномальным поведением жидкости: в отдельные дни кристаллизация начиналась сверху (с мениска), так что получить обычный показатель было невозможно (возвращение к «нормальному» состоянию достигалось – по совету Фицроя – путем встряхивания).

Накопленный массив измерений (они продолжаются до сих пор) позволил сформировать банк однородных данных, вероятно, самый большой за всю историю изучения штормгласса. Хотя измеряемый показатель отражает, очевидно, только одну сторону процесса, обработка материала позволила получить ясный ответ сразу на несколько вопросов³. Подтвердилось, в частности, свидетельство Д. Пиккарди о том, что изменения в нескольких приборах происходят синхронно (на рис. 1 показан ход измерения динамического индекса для двух пробирок, разнесенных на расстояние около двух метров).

Рис. 2 демонстрирует синхронность изменений среднемесячных значений на протяжении года (ход кривой воспроизводится на протяжении всего времени проведения мониторинга). Далее, оправдалось предположение В.Е. Жвирблиса о присутствии в динамике кристаллизации периодической составляющей. Важно, что в Фурье-спектре (полученном с помощью стандартного алгоритма) найден – среди прочих периодов – известный период осевого вращения Солнца около 27 суток.

Систематические регулярные наблюдения были начаты в августе 1995 г. в пос. Научный (Крымская астрофизическая обсерватория, близ Бахчисарая). Он располагается на высоте 600 м над у. м. в экологически невозмущенной зоне. С начала наблюдения велись с одним прибором, с октября 2003 г. – с тремя. Ежедневно около 10 час. 30 мин. и 22 час. 30 мин. местного времени снимались (миллиметровая шкала) отсчеты уровня осадка или кристаллов. Одновременно фиксируются температура и атмосферное давление (стандартный aneroid). Комнатная температура на протяжении своего времени измерений измерялась, как правило, в небольших пределах $20^{\circ} \pm 3^{\circ}$. Все измерения

¹ Eichmeier J., Baumer H. Relationship between the electromagnetic VLF-radiation of the atmosphere and chemical as well as biochemical processes // Geo-cosmic relations; the Earth and its macro-environment. Pudoc, Wageningen, 1990. P. 223–232.

² Гвоздарев А.Ю. Алтайское (Чуйское) землетрясение // Материалы научно-практич. конф. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. С. 148–150.

³ Барановский Э.А., Тарашук В.П., Владимирский Б.М. Влияние солнечной активности и геофизической возмущенности на физико-химические процессы в жидкой среде: предварительный анализ показаний штормгласса // Геофизические процессы и биосфера. 2010. Т. 9. № 1. С. 19–33.

Связь с метеорологическими показателями. В соответствии с ранними отрывочными наблюдениями (и здравым смыслом...) измеряемый индекс зависит от температуры. В этом нетрудно было убедиться, построив диаграмму рассеяния «температура – снимаемый отсчет». С такой корреляционной зависимости по стандартным правилам можно было вычислить поправочный коэффициент на вариации температуры. Поправка на температуру для данных условий измерений – не вносит существенных изменений в вид анализируемых кривых. Например, летний минимум на рис. 2 уменьшается после исправления на температуру примерно на 25%. Температурная зависимость была изучена независимо петербургскими авторами (для одного из приборов этой же серии)¹.

Для изучения эффектов изменений атмосферного давления был применен метод наложения эпох. Один из результатов (двухгодовой интервал 1999–2000 гг.) показан на рис. 3. Для указанного временного отрезка были выбраны все дни, когда давление было ниже 713 мм рт. столба. Эта дата бралась как реперный пункт (нулевой день) для зафиксированной высоты уровня кристаллов. Далее этот показатель выписывался для последовательных дней в прошлом (дни -1, -2, -3, ...) и после реперного пункта – дни +1, +2, +3 ... Затем проводилась усреднение по соответствующим дням для всех эпизодов аномально низкого давления (32 случая). Таким образом, получается средний профиль изменения показателя прибора в окрестностях дня с очень низким давлением. Аналогичная процедура была применена к случаям дней с аномально большим давлением (более 727 мм р.с. многолетние средние для пункта измерений составляет 720 мм). Из рассмотрения кривых видно, что резкому понижению давления предшествует (примерно за трое суток) усиление роста кристаллов, для повышения давления – ситуация прямо противоположная. Очевидно, это вполне соответствует старинному правилу «кристаллы растут перед наступлением ненастья». Таким образом, статистические данные подтверждают, в принципе, возможность использования штормгласа для локального предсказания экстремальных изменений погоды. Если учесть, что траектории перемещения циклонов (антициклонов) в данный сезон более – менее устойчивы, то связь динамики кристаллообразования с доминированием какого-то направления ветров (о чем писал Фицрой) не кажется неразрешимым парадоксом.

Но, очевидно, штормглас не может реагировать на изменения давления – это было установлено экспериментально. Наблюдаемый эффект связан с действием какого-то сопутствующего фактора.

Связь с космофизическими индексами. Для поиска эффекта магнитных бурь применялся метод наложения эпох, описанный выше. Реперными событиями были все дни, когда на протяжении 1998–2008 гг. индекс магнитных возмущений A_p превышал 70 (возмущения, расположенные в пределах малых интервалов времени, объединялись в одно событие). Всего для указанного интервала было найдено 38 таких случаев.

На рис. 4 приведены усредненные кривые для всего набора событий и отдельно для временных отрезков 3–4 года, относящихся к разным фазам 11-летнего солнечного цикла. Как видно, воспроизводится одна и та же картина: в области широкого минимума – близ нулевой эпохи – наблюдаются кратковременные возрастания показателя прибора, т.е. в дни геомагнитных возмущений интенсивность кристаллообразования возрастает. Если заменить значения A_p -индекса набором случайных чисел, реперным событием брать просто такое число выше некоторого значения и повторить всю процедуру, то регулярные вариации рис. 7 исчезают². Это – не только аргумент, свидетельствующий об их реальности, но и указание на двойственное происхождение изменений в колбе: влияют и магнитные бури, и метеорологические процессы, и они локально связаны друг с другом. Возникает задача их раздельного анализа. Необходимость различать влияния метеорологических и космических воздействий на появление-исчезновение кристаллов в штормгласе следует также из результатов изучения эффектов еще одного космофизического индекса – смены полярности межпланетного магнитного поля.

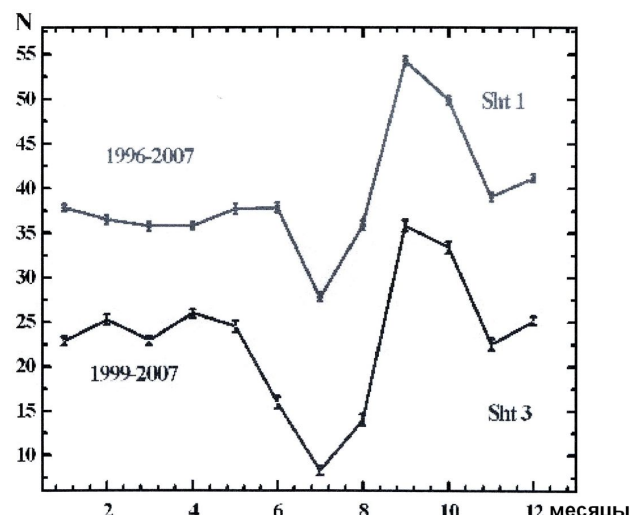


Рис. 2. Годовой ход для двух приборов (среднемесячные значения) одинаков

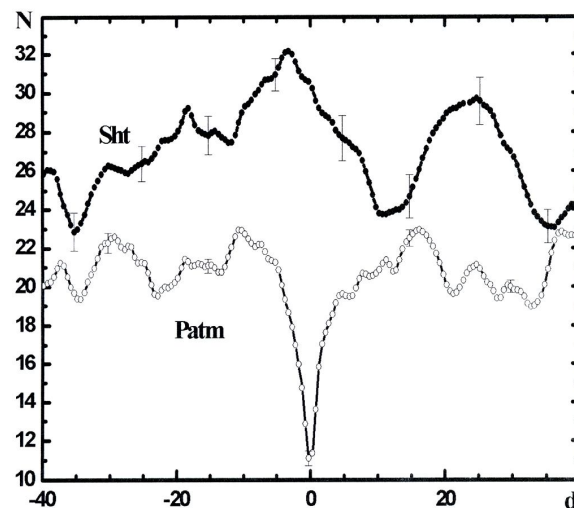


Рис. 3. Средний профиль интенсивности кристаллообразования относительно суток, в которых барометрическое давление либо сильно падало, либо возрастало. График построен методом наложения эпох (пояснение в тексте)

¹ Горшков Э.С., Иванов В.В., Владимирский Б.М. О возможных причинах возникновения флуктуаций высоты уровня кристаллов в колбе Фицроя (штормгласе) // Тезисы VIII Международной Крымской конф. «Космос и биосфера». Судак, 2009. С. 52–53.

² Барановский Э.А., Тарашук В.П., Владимирский Б.М. Колба Фицроя (штормглас) как индикатор космической погоды – новые данные // Солнечная и солнечно-земная физика. СПб., Пулковое, 2010. С. 47–50.

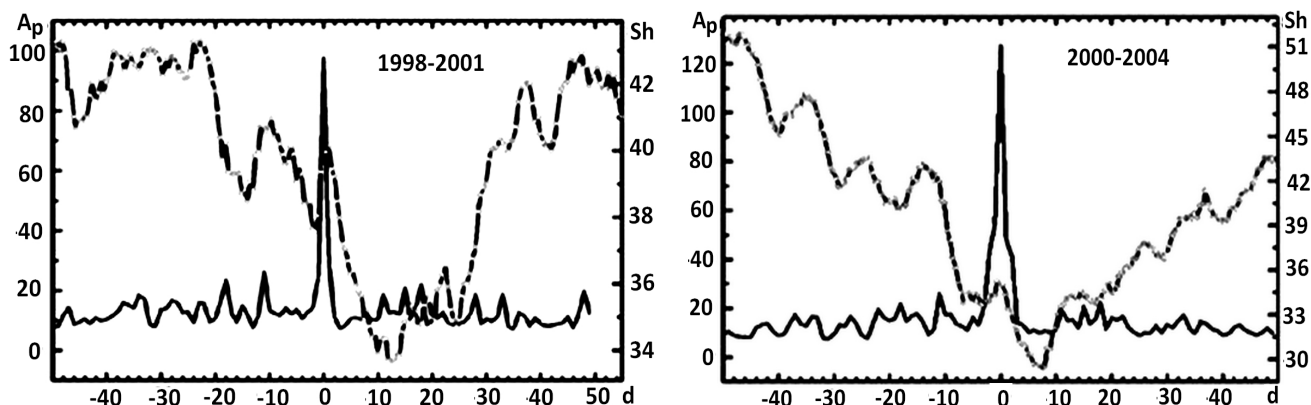


Рис. 4. Средний профиль показаний штормгласа, построенный по методу наложения эпох, где в качестве реперных пунктов взяты дни, когда индекс магнитной активности A_p превышал 70.

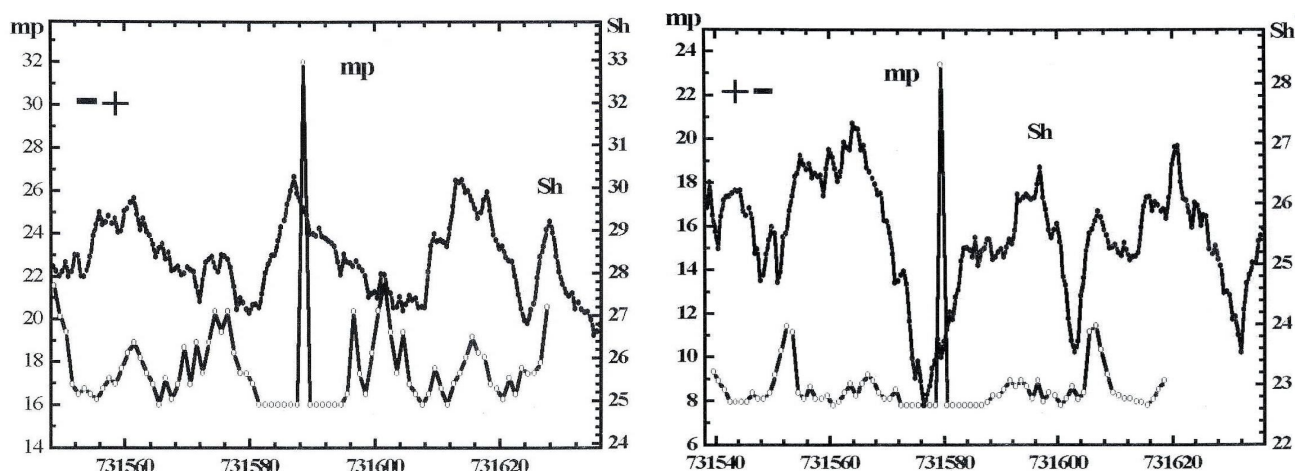


Рис. 5. Усредненная картина изменения показателей штормгласа относительно суток, в которых зафиксировано прохождение границы сектора межпланетного магнитного поля. Наложение эпох. Границы со сменой знака поля – «+» и «-» – рассматриваются отдельно

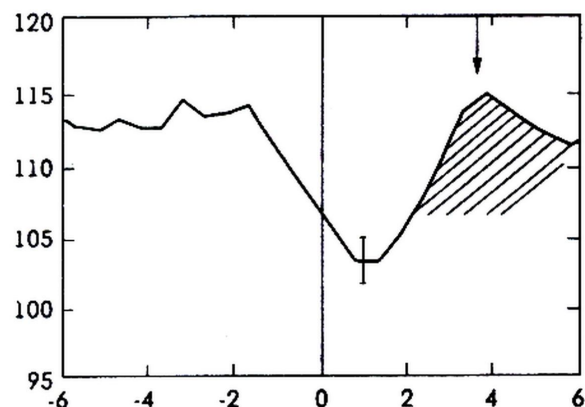
Этот суточный индекс (введенный в научный обиход выдающимся отечественным геофизиком С.М. Мансуровым) имеет следующий смысл: Земля в своем движении на орбите постоянно находится в солнечном ветре и межпланетном магнитном поле; при этом регулярно изменяется направление силовых линий этого поля в плоскости земной орбиты: в течение 5–7 суток силовые линии направлены, скажем, к Солнцу, далее в очень короткое время (скачком) направление изменяется на противоположное и остается таким последующие несколько суток и т.д. Картина повторяется каждые 27 суток (период осевого вращения Солнца). Границы между секторами разного знака – это физические границы (газодинамические разрывы). Когда они пересекают планету, изменяется режим обтекания земной магнитосферы солнечным ветром, что имеет и экологические последствия. В частности, изменяются параметры излучений магнитосферы, происходят некоторые изменения в ионосфере, в итоге происходят существенные изменения в электромагнитном фоне среде обитания, о чем шла речь во Введении. Эффекты секторных границ межпланетного поля давно обнаружены в динамике многих физико-химических систем, в том числе – в тестах Д. Пиккарди, в поведении крутильного маятника, в вариациях параметров стандартных элементов электроники, находящихся в стабильных условиях.

Как изменяется динамика кристаллообразования в штормгласе при прохождении секторных границы магнитного поля показано на рис. 5. Применялся тот же метод наложения эпох, границы типа «-» → «+» и «+» → «-» рассматривались отдельно, реперный пункт – сутки прохождения границы.

Как видно из графиков, измеряемые показатели для двух упомянутых типов границ ведут себя в окрестностях нуля-пункта зеркально противоположным образом. При этом оказывается, что экстремальные точки кривых располагаются так, как будто прибор предвидит прохождение границы (как в случае резких изменений атмосферного давления, рис. 3). Этот результат нетрудно понять, если учесть данные о влиянии секторной структуры магнитного поля на атмосферную циркуляцию. На рис. 6 показано, как изменяется при пересечении секторной границы один из обобщенных показателей атмосферы – «индекс завихренности» (график заимствован из работы американского геофизика Дж. Вилкокса¹, относится к зиме северного полушария, 1964–1970 гг.; наложение эпох, где в качестве репера взяты сутки смены знака поля, оба типа границ анализировались совместно; следует помнить, что вся картина повторяется через 27 суток). Конкретное проявление этой общей закономерности для пункта наблюдения – вы-

¹ Wilcox J.M., Scherrer P.H., Svalgaard C., Roberts W.O., Olson R.H. Solar magnetic structure: influence on stratospheric circulation // Science. 1973. V. 180. P. 185–188.

Рис. 6. Влияние прохождения секторов межпланетного магнитного поля на циркуляцию атмосферы. Наложение эпох, когда в качестве реперного дня берется день прохождения границы. По вертикальной оси – «индекс завихренности», усредненный для северного полушария в зимние сезоны; 1964–1970 гг.; по горизонтальной оси – сутки. Стрелка справа отмечает момент следующей смены знака поля. (Из работы Дж. Вилкокса и сотр., цитируемой в тексте).



ход (или невыход) циклонов, зарождающихся в Средиземноморье, в регионы Крыма в зависимости от полярности поля (эта статистическая закономерность сформулирована здесь в упрощенном варианте). Таким образом, влияние рассмотренного космофизического индекса на колбу Фицроя проявляется в данном случае через вторичный эффект – те же атмосферные фронты. Прямой магнитосферный эффект – как в F-тесте Пиккарди, в интервале ± 2 суток относительно дня прохождения границ – может быть выделен, вероятно, специальным анализом.

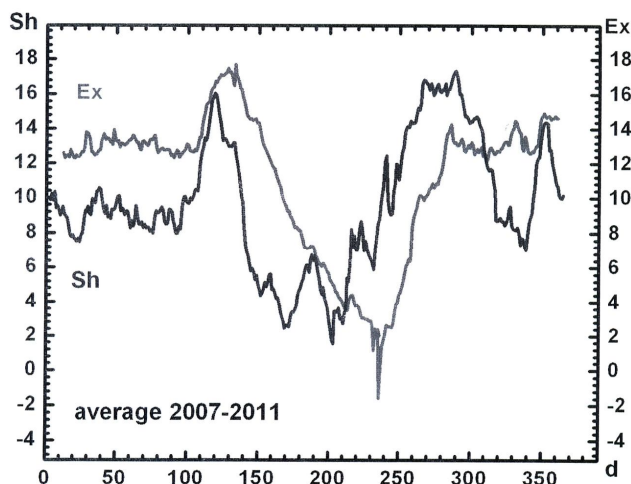


Рис. 7. Сопоставление регистрируемого показателя шторм-гласа и токов в микросхеме, измеряемых в стабильных условиях на установке «Экзакт» (Крымская астрофизическая Обсерватория). Средний годовой ход 2007–2011 гг.

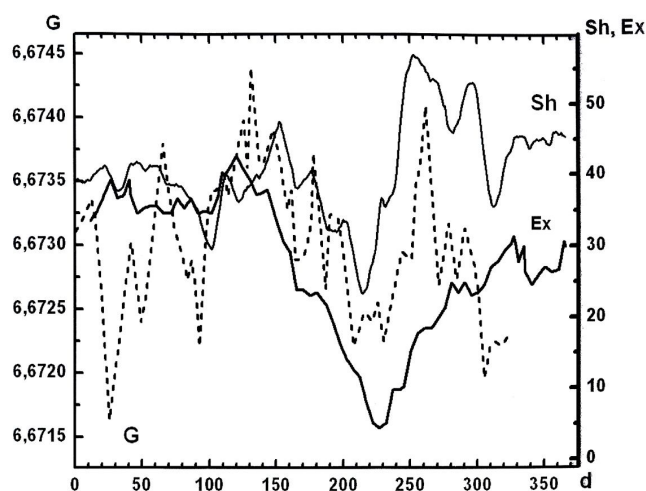


Рис. 8. Сопоставление регистрируемого показателя шторм-гласа (Sh) и артефактных вариаций гравитационной постоянной (G), измеряемой с помощью крутильного маятника на установке В.П. Измайлова – О.В. Карагюза (Москва). Усредненный годовой ход (данные относятся к различным интервалам времени)

Наконец, годовой ход (рис. 2) при сопоставлении его с космофизическими индексами также обнаружил не обычные особенности¹. Оказалось, что летний минимум уровня кристаллообразования (наблюдаемый на всем протяжении интервала измерений и независимый от фазы 11-летнего цикла) приходится на минимум скорости солнечного ветра и минимум модуля межпланетного поля. Эту связь можно рассматривать как причинную, т.к. при других сопоставлениях было найдено, что показатель прибора возрастает с увеличением скорости солнечного ветра (> 400 м/сек.), при этом возрастает интенсивность магнитосферной эмиссии в полосе геомагнитных микропульсаций Рс 3. Далее выяснилось, что годовой ход в шторм-гласе является универсальным явлением. Точно такие же вариации – с повторением деталей – обнаруживаются в токах микросхемы, помещенной в стабильные условия, на установке по измерению гравитационной константы с помощью крутильного маятника (рис. 7, 8). Думается, таково же происхождение годовых вариаций в скорости радиоактивного распада некоторых изотопов, найденных С.Э. Шнолем (и ныне подтвержденных независимыми авторами). Такие вариации не касаются собственно ядерно-физических явлений, но представляют собой, видимо аппаратный эффект, обусловленный изменениями в регистрирующих структурах (артефакты, связанные с обратимыми изменениями эффективности регистрации²). Некоторые детали на рис. 7, 8 пока не поддаются объяснению.

¹ Барановский Э.А., Брунс А.В., Владимирский Б.М., Тарашук В.П., Ханейчук В.И. Синхронные эффекты космической погоды в простых физико-химических системах – нетривиальный годовой ход // Солнечная и солнечно-земная физика. Тезисы. СПб., Пулково, 2012. С. 20.

² Более подробно см.: Владимирский Б.М., Брунс А.В. Космическая погода, физико-химические системы и техносфера // Геофизические процессы и биосфера. 2010. Т. 9. № 1. С. 34–62.

От обобщенной феноменологической картины – к физической модели

Если теперь свести воедино все те наблюдения над штормглассом, которые рассеяны в литературе, и прибавить к ним данные опытов и мониторинга последних лет, то – при использовании только одного показателя – интенсивности кристаллообразования! – возникает такая картина:

На прибор влияют внешние воздействия; одно из них – изменение температуры; если такие изменения относительно «комнатной» температуры $\approx 18^\circ\text{C}$ происходят в небольших пределах ($\pm 5^\circ$), то процессы в колбе полностью необратимы (иногда необходимо встряхивание); но при некоторых крайних ее значениях раствор неограниченное время остается прозрачным или полностью заполненным кристаллами либо рыхлой смесью. На рассматриваемый показатель влияют также электрическое поле (электризация стенок колбы) и радиоволны, определенно – в частотной полосе около 10 кГц. Экземпляры, изготовленные даже с небольшими отклонениями от условно стандартных рецептов и технологий, заметно отличается по своей чувствительности (существенное значение имеют какие-то свойства воды). Время релаксации прибора – многие часы; время «нормального» функционирования – многие десятилетия. Геометрические размеры колбы, ее форма не оказывают заметного влияния на чувствительность (равно как и марка стекла).

На динамику рассматриваемого показателя влияют как метеорологические процессы, так и космическая погода. Что касается обычной («земной») погоды, то различные синоптические ситуации действуют на раствор по разному; интенсивное кристаллообразование предшествует резкому падению барометрического давления примерно на двое суток (при том, что действие именно изменений самого давления надежно исключается). Возрастание уровня геомагнитной возмущенности (магнитные бури) стимулирует кристаллообразование. Таков же эффект видимо, усиления сейсмической активности. Для большого интервала времени – порядка десятилетия – в среднем для динамики регистрируемого показателя характерно присутствие ритмической составляющей с большим числом периодов. Присутствует около 27-дневный период осевого вращения Солнца. На сезонные вариации наложен годовой ход космического происхождения. Присутствует ли для данного показателя суточная вариация – неизвестно. Спектр периодов подлежит дешифровке.

Представленная ниже качественная физическая модель базируется на изложенных выше закономерностях, но и существенным образом учитывает результаты наблюдений над другими физико-химическими системами, а также новейшие данные по физике воды (о чем шла речь во Введении).

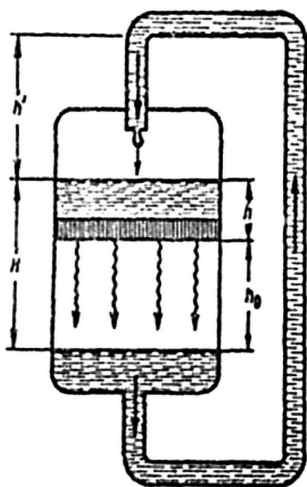


Рис. 9. Схема «кольцара Лазарева». Вода неопределенно долго циркулирует в замкнутом сосуде. Вероятный аналог штормгласса. В нем под влиянием внешних воздействий изменяется растворимость, в кольцаре – вязкость. Рисунок взят из работы В.Е. Жвирблиса, цитируемой в тексте.

Основная идея для истолкования перечисленных закономерностей состоит в том, что внешние воздействия обратимо изменяют растворимость воды. Важнейший физический фактор, ответственный за эти изменения при данной температуре – это амплитудно-спектральные вариации электромагнитного фона среды обитания. В «спокойных» условиях растворимость относительно велика, кристаллов (осадка) мало, либо вообще нет. При усилении поля радиоволн (не вообще, а в некоторых частотных полюсах – чувствительность системы – избирательна...) растворимость уменьшается – растут кристаллы. Конечно, чтобы эффект проявился, необходимо, чтобы упомянутое усиление поля было достаточно продолжительным (скорее всего – часы). Но когда возмущение проходит – электромагнитная ситуация меняется, – растворимость возвращается к исходному значению, кристаллы исчезают. Если вспомнить об «электромагнитных предвестниках землетрясений», чувствительность штормгласса к сейсмическим событиям становится понятной. Одновременно получает объяснение и эффект магнитных бурь (их точнее следовало бы называть электромагнитными – см. Введение). Для истолкования «классического» сценария предсказания штормглассом наступления ненастья (рис. 3) необходимо принять к сведению данные об изменении сверхдлинных радиоволн атмосферными фронтами. По мере приближения такого фронта к пункту наблюдения становится ближе источник излучения – растворимость падает, кристаллы растут. Фронт затем удаляется (либо ослабевает), кристаллы тают... В общем, штормгласс реагирует на электромагнитные возмущения любого происхождения – атмосферного, из магнитосферы, из литосферы. Электромагнитный фон, в котором пребывает биосфера, содержит множество космических периодов, так что присутствие ритмической составляющей в показателях штормгласса – в рамках рассматриваемой модели – вполне понятно. Изложенная схема позволяет подойти к истолкованию некоторых загадочных явлений, в других физико-химических системах, подключив, тем самым, к обсуждаемой проблеме новый материал.

Общеизвестно, что все физические параметры в конденсированных телах так или иначе связаны. Если в воде изменяется растворимость, то, скорее всего, могут быть замечены изменения в вязкости. Но тогда полным двойником колбы Фицроя является так называемый «кольцар Лазарева», изучавшийся Жвирблисом¹. Его схематическое изображение показано на рис. 9. Дистиллированная вода циркулирует спонтанно в замкнутой трубке, просачиваясь через мелкопори-

¹ Жвирблис В.Е. «Кольцар Лазарева»: первый пример искусственной диссипативной структуры. Препринт. М.: МНТЦ «ВЕНТ», 1991. 48 с.

стый фильтр. Измеряемая величина в этом устройстве – уровень воды над фильтром. Оказалось, что этот показатель чувствителен к межпланетному магнитному полю. Если внешнее электромагнитное воздействие изменяют растворимость и вязкость воды, то, вероятно оно влияет и на ее электрическую проводимость. Тогда показатели штормгласа должны коррелировать с вариациями тока в электрохимической ячейке Цетлина¹ (если, конечно, оба устройства находятся неподалеку друг от друга!).

Конечно, рассматриваемая модель может быть проверена с помощью экспериментов с самим штормгласом. Два идентичных прибора должны вести себя совсем по-разному, если один из них будет находиться в помещении, хорошо экранированном от электромагнитного излучения. Можно попытаться стимулировать кристаллообразование специально подобранным искусственным сигналом при соответствующей экспозиции (второй экземпляр прибора мог бы служить контролем).

Все перечисленные выше варианты проверки обсуждаемой модели остаются пока возможностями чисто умозрительными. Единственный, кажется, эксперимент, который можно было трактовать как подтверждение ее основных положений, был недавно проведен в Петербурге². Найдено, что оптическая плотность жидкости в штормгласе увеличивалась, когда локально возрастала величина интенсивности переменного магнитного поля в области частот 7–8 Гц (измерения по обоим каналам осуществлялись в автоматическом режиме). С привлечением синоптических карт было установлено, что эпизоды с упомянутыми возмущениями переменного магнитного поля были связаны с прохождением циклона с фронтальными разделами.

Заключение

Догматический стиль изложения в предыдущем разделе ни в коем случае не должен отвлечь читателя от основной мысли: о штормгласе и его возможных аналогах, вообще о так называемых метеотропных химических реакциях, о механизмах действия сверхслабых полей на вещество известно очень мало. Все изложенное выше теоретические соображения носят сугубо предварительный характер. Очень многое в эмпирических данных требует проверки, насыщения цифровым материалом. Список неизвестного и непонятого в этой области знания удручающе велик:

- все-таки, какие примеси в воде должны присутствовать, чтобы увеличить чувствительность прибора (кальций? в какой концентрации?);
- вполне вероятно, что из всего обширного класса метеотропных химических реакций в штормгласе реализована не самая интересная модификация; первые наблюдения такого рода сделаны, конечно, алхимиками; но как получить эту информацию – изложенную нарочито туманно по-латыни?
- бесспорно существующее разнообразие форм и модификаций кристаллов в штормгласе, разумеется, не может быть объяснено простым изменением растворимости; гипотезы, которые могли бы истолковать этот феномен, кажутся сейчас очень рискованными;
- до сих пор не удалось отыскать инженерную идею, которая позволила бы получить количественные данные о штормгласе в автоматическом режиме, с гарантией, что проводимые измерения не влияют на процессы в самом приборе;
- вероятно, на процессы, протекающие в колбе, могут влиять другие физические факторы, кроме электромагнитных полей, например, акустические поля, включая инфразвук; необходим специальный эксперимент, весьма непростой.

И так далее... Даже сам весь этот обзор является весьма неполным, а попытки теоретизировать над частью опытных данных заслуживает осуждения. Как сказал классик аналитического подхода Шерлок Холмс, «величайшая ошибка – строить предположение прежде, чем получишь все данные». Кажется, единственное оправдание этого текста – изложение удивительной истории о том, как странный прибор, находящийся в полном забвении два века, очутился вдруг на переднем крае сложнейших современных исследований. Понять, как сверхслабые поля могут инициировать столь сложную самоорганизацию, было бы очень важно всем тем, кто разрабатывает ультрасовременные нанотехнологии. Однако получить грант для изучения штормгласа – колбы Фицроя – в наши дни невозможно. Исследования будут продолжаться силами энтузиастов. Небольшие партии приборов, изготовленные по технологии В.П. Щербакова и сотр., ныне выпускаются в Петербурге³.

Теперь понятно, что колба Фицроя может служить личным биометром для всех людей, чувствительных к изменениям погоды: скорее всего, появление кристаллов будет сигнализировать о начале изменений в самочувствии. Но сначала необходимо провести серию самонаблюдений, фиксируя одновременно картину состояния жидкости (например, регулярно получая фотографии прибора).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Барановский Э.А., Брунс А.В., Владимирский Б.М., Тарашук В.П., Ханейчук В.И. Синхронные эффекты космической погоды в простых физико-химических системах – нетривиальный годовой ход // Солнечная и солнечно-земная физика. Тезисы. СПб., Пулковое, 2012. С. 20.
Baranovskii E.A., Bruns A.V., Vladimirovsky B.M., Tarashchuk V.P., Khaneichuk V.I. (2012). Sinkhronnye efekty kosmicheskoi pogody v prostykh fiziko-khimicheskikh sistemakh – netrivial'nyi godovoi khod. In: Solnechnaya i solnechno-zemnaya fizika. Tezisy. S.-Peterburg, Pulkovo, 2012. P. 20.

¹ Цетлин В.В., Артамонов А.А., Бондаренко В.А., Федорова И.В. Указ. соч.

² Степанов И.А., Фролова А.С., Зимин А.В., Перевозчиков Н.Ф. Поиск механизмов влияния гидрометеорологических процессов на штормглас // Тезисы Международной конференции «Влияние космической погоды на человека на Земле и в космосе». М.: ИКИ РАН, 2012. С. 122–123.

³ Адрес для связи: Андрей Вячеславович Дроздов, e-mail: av@biophys.ru

- 2 Барановский Э.А., Тарашук В.П., Владимирский Б.М. Влияние солнечной активности и геофизической возмущенности на физико-химические процессы в жидкой среде: предварительный анализ показаний штормгласса // Геофизические процессы и биосфера. 2010. Т. 9. № 1. С. 19–33.
Baranovskii E.A., Tarashchuk V.P., Vladimirsky B.M. (2010). Vliyanie solnechnoi aktivnosti i geofizicheskoi vozmushchennosti na fiziko-khimicheskie protsessy v zhidkoi srede: predvaritel'nyi analiz pokazanii shtormglassa. Geofizicheskie protsessy i biosfera. T. 9. N 1. Pp. 19–33.
- 3 Барановский Э.А., Тарашук В.П., Владимирский Б.М. Колба Фицроя (штормгласс) как индикатор космической погоды – новые данные // Солнечная и солнечно-земная физика. СПб., Пулково, 2010. С. 47–50.
Baranovskii E.A., Tarashchuk V.P., Vladimirsky B.M. (2010). Kolba Fitsroya (shtormglass) kak indikator kosmi-cheskoi pogody – novye dannye. In: Solnechnaya i solnechno-zemnaya fizika. S-Peterburg, Pulkovo, 2010. Pp. 47–50.
- 4 Владимирский Б.М., Брунс А.В. Космическая погода, физико-химические системы и техносфера // Геофизические процессы и биосфера. 2010. Т. 9. № 1. С. 34–62.
Vladimirsky B.M., Bruns A.V. (2010). Kosmicheskaya pogoda, fiziko-khimicheskie sistemy i tekhnosfera. Geofizicheskie protsessy i biosfera. T. 9. N 1. Pp. 34–62.
- 5 Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Мартынюк В.С. Космическая погода и наша жизнь. Фрязино: ВЕК2, 2004. 224 с.
Vladimirsky B.M., Temur'yants N.A., Martynyuk V.S. (2004). Kosmicheskaya pogoda i nasha zhizn'. VEK2, Fryazino. 224 p.
- 6 Гвоздарев А.Ю. Алтайское (Чуйское) землетрясение // Материалы научно-практич. Конференции. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2004. С. 148–150.
Gvozdev A.Yu. (2004). Altaiskoe (Chuiskoe) zemletryasenie. In: Materialy nauchno-praktich. konferentsii. RIO GAGU, Gorno-Altai. 2004. Pp. 148–150.
- 7 Горшков Э.С., Иванов В.В., Владимирский Б.М. О возможных причинах возникновения флуктуаций высоты уровня кристаллов в колбе Фицроя (штормглассе) // Тезисы VIII Международной Крымской конф. «Космос и биосфера». Судак, 2009. С. 52–53.
Gorshkov E.S., Ivanov V.V., Vladimirsky B.M. (2009). O vozmozhnykh prichinakh vznikeniya fluktuatsii vy-soty urovnya kristallov v kolbe Fitsroya (shtormglasse). In: Tezisy VIII Mezhdunarodnoi Krymskoi konf. «Kosmos i biosfera». Sudak, 2009. Pp. 52–53.
- 8 Дроздов А.В., Масюкович С.В., Нагорская Т.П. Динамика межмолекулярных взаимодействий в воде // Труды VI Международного Конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». СПб., 2012. С. 57.
Drozdov A. V., Masyukovich S.V., Nagorskaya T.P. (2012). Dinamika mezhmolekulyarnykh vzaimodeistvii v vode. In: Trudy VI Mezhdunarodnogo Kongressa «Slabye i sverkhslabye polya i izlucheniya v biologii i meditsine». S.-Peterburg, 2012. P. 57.
- 9 Жвирблис В.Е. «Кольцар Лазарева»: первый пример искусственной диссипативной структуры. Препринт. М.: МНТЦ «ВЕНТ», 1991. 48 с.
Zhvirblis V.E. (1991). «Kol'tsar Lazareva»: pervyi primer iskusstvennoi dissipativnoi struktury. Preprint. MNTTs «VENT», Moskva. 48 p.
- 10 Жвирблис В.Е. Что такое штормгласс // Химия и жизнь. 1979. № 6. С. 73–76.
Zhvirblis V.E. (1979). Chto takoe shtormglass. Khimiya i zhizn'. N 6. Pp. 73–76.
- 11 Кисловский Л.Д. Речь может идти только о внешнем воздействии // Химия и жизнь. 1980. № 2. С. 70–71.
Kislovskii L.D. (1980). Rech' mozhet idti tol'ko o vneshnem vozeistvii. Khimiya i zhizn'. N 2. Pp. 70–71.
- 12 Степанюк И.А., Фролова А.С., Зимин А.В., Перевозчиков Н.Ф. Поиск механизмов влияния гидрометеорологических процессов на штормгласс // Тезисы Международной конференции «Влияние космической погоды на человека на Земле и в космосе». М.: ИКИ РАН, 2012. С. 122–123.
Stepanyuk I.A., Frolova A.S., Zimin A.V., Perevozchikov N.F. (2012). Poisk mekhanizmov vliyaniya gidrometeoro-logicheskikh protsessov na shtormglass. In: Tezisy Mezhdunarodnoi konferentsii «Vliyanie kosmicheskoi pogody na cheloveka na Zemle i v kosmose». IKI RAN, Moskva. 2012. Pp. 122–123.
- 13 Фицрой Р. Практическая метеорология. СПб., 1865. 445 с.
Fitsroi R. (1865). Prakticheskaya meteorologiya. S.-Peterburg. 445 p.
- 14 Цетлин В.В., Артамонов А.А., Бондаренко В.А., Федорова И.В. О временных вариациях токов проводимости воды в электрохимической ячейке // Тезисы VII Межд. Крымской конференции «Космос и биосфера». Судак, 2007. С. 208–209.
Tsetlin V.V., Artamonov A.A., Bondarenko V.A., Fedorova I.V. (2007). O vremennykh variatsiyakh tokov provodimo-sti vody v elektrokhimicheskoi yacheike. In: Tezisy VII Mezhd. Krymskoi konferentsii «Kosmos i biosfera». Sudak, 2007. Pp. 208–209.
- 15 Bortels H., Das Gefrieren unterkühlten Wassers in Beziehung zu interdiurnen Luftdruckänderungen und zur Solaraktivität. Archive für Meteorol., Geophys. und Bioclimatologie. 1959. Bd. 7B. S. 269–270.
- 16 Eichmeier J., Baumer H., Relationship between the electromagnetic VLF-radiation of the atmosphere and chemical as well as biochemical processes. Geo-cosmic relations, the Earth and its macro-environment, Pudoc, Wageningen, 1990. P. 223–232.
- 17 Piccardi G. The Chemical basis of medical Climatology. Springfield (Ill., USA), C.C. Thomas. Publisher, 1962, 129 p.
- 18 Weather Book by Fitz Roy. London: Longman, 1862.
- 19 Wilcox J.M., Scherrer P.H., Svalgaard C., Roberts W.O., Olson R.H. Solar magnetic structure: influence on stratospheric circulation. Science. 1973. V. 180. P. 185–188.