

Влияние солнечной активности и геофизической возмущенности на физико-химические процессы в жидкой среде: предварительный анализ показаний штормгласса

Э.А. Барановский, В.П. Таращук, Б.М. Владимирский (НИИ «Крымская астрофизическая обсерватория», 98409, Крым, п. Научный, Украина)

Аннотация

Изменение состояния раствора в штормглассе (колбе Фицроя) фиксировалось путем измерения высоты уровня кристаллов. На приборах, изготовленных крымской группой, этот показатель измерялся ежедневно с 1995 г. Фрагменты накопленного массива наблюдений обработаны с привлечением стандартных метеорологических и космофизических индексов. Найдено, что изолированным резким понижениям атмосферного давления за двое – трое суток предшествует рост кристаллообразования, наблюдаемый синхронно в двух приборах. Обнаружена связь с изменениями индекса геомагнитной возмущенности A_p и индексом вспышечной активности. В вариациях показателя штормгласса присутствует набор квазистойчивых периодов, из которых наиболее значимы периоды 120, 185 и 360 суток. Полученные результаты в общих чертах согласуются с представлениями, согласно которым физическим аспектом, влияющим на растворимость воды, являются изменения фоновых электромагнитных полей низких частот.

The influence of Solar activity and geophysical disturbances upon physics – chemical process in the water solutions: the preliminary analysis of the indications of the stormglass

By E.A. Baranovsky, V.P. Taraschuk, B.M. Vladimirsky (Crimean Astrophysical Observatory, 98409, Crimea, p. Nauchny, Ukraine).

The variations of the state of the water solution in the stormglass (Fitzroy – retort) have been noticed by the measurements of crystal's level. Such measurements was made daily using the devices manufactured by Crimean group (Sherbakov et al) since 1995. Part of the data obtained were analyzed with application of standard meteorological and cosmophysical indices. It was found that the growth of the crystals is observed before sharp decrease of atmospheric pressure (1 to 3 days) synchronously in independent devices. The relationship have been revealed also with the indexes of geomagnetic activity A_p and solar flare intensity. The set of quasistate periods is present in the spectrum of the variation of stormglass showing, including 120, 180 and 360 days. All obtained results are in the agreement with the hypostasis about the influence upon stormglass solution background of low frequency electromagnetic fields.

1. Введение, история проблемы

Штормгласс («штормовая склянка», колба Фицроя) представляет собой запаянную ампулу (20 мл), заполненную насыщенными растворами нашатыря и калиевой селитры в дистиллированной воде (составляющая 1) и камфары в этиловом спирте (составляющая 2). Обе составляющие сливаются перед запаиванием в соотношении 1:1. Согласно литературным данным (см., например, Д. Фицрой, 1865), такая смесь меняет свой вид в зависимости от изменений погоды: в период установившейся ясной погоды жидкость в сосуде прозрачна, на дне имеется белый рыхлый осадок с четкой линией раздела; за 1 – 3 суток перед значительными изменениями погоды – существенным изменением атмосферного давления, изменениями направления и скорости ветра, наступлением осадков – в колбе наблюдается рост кристаллов причудливой формы. Иногда в верхней части колбы (на мениске) появляются небольшие частички вещества, или почти весь объем заполняется кристаллами. Перед наступлением ясной устойчивой погоды кристаллы постепенно растворяются, жидкость вновь делается прозрачной (с малым количеством осадка). Характерное время описанных типичных изменений – от нескольких часов до нескольких суток. Прибор функционирует в соответствии с описанной картиной в некотором диапазоне температуры, обычно $20^{\circ} \pm 4^{\circ}$.

Штормгласс, видимо, появился в результате различных алхимических экспериментов. Имя его изобретателя остается неизвестным. Впервые документально зафиксировано, что его применяли в Европе для предсказания погодных изменений (моряки – для прогноза штормов) в 1750 году. В 19 в. сведения о штормглассе были широко распространены: работой прибора интересовался М. Фарадей, жюль-верновский капитан Немо имел его на борту «Наутилуса».

Явления в штормглассе в самых общих чертах аналогичны процессам, протекающим в так называемых метеотропных физико-химических реакциях. На резкие изменения погоды реагируют с некоторым опережением такие реакции как скорость полимеризации акрилонитрила в водном растворе, кристаллизация фосфата кальция, скорость окисления унитиола (тест Соколовского) (Музалевская, Соколовский, 1984), время осаждения в воде оксихлорида висмута после его гидролиза (тест Пиккарди).

До сих пор ясного понимания всего круга явлений, протекающих в штормглассе и других метеотропных реакциях, не достигнуто. Многие из современных исследователей полагают, что на динамику метеотропных реакций влияют электромагнитные поля, генерируемые при метеорологических атмосферных процессах. Происходит воздействие на воду. Ныне, когда электромагнитная эмиссия атмосферных фронтов надежно обнаружена (Степанюк, 2002), а влияние слабых переменных магнитных полей на кинетику кристаллизации в водном растворе подтверждено экспериментально (Леднев и др., 2003), эта гипотеза представляется вполне обоснованной. При этом получают объяснение и прогностические свойства штормгласса: упомянутое излучение атмосферных фронтов может вызвать усиление кристаллизации за сутки – двое до их прихода в пункт наблюдения.

Если раствор в штормглассе можно рассматривать как некий «физико-химический радиоприемник», работающий на низких частотах, естественно предположить, что этот прибор может принимать сигналы не только чисто метеорологического происхождения. Например, он мог бы реагировать на избыточную электромагнитную эмиссию грунта, наблюдаемую близ эпицентра предстоящего землетрясения. Вполне вероятно, что именно таково объяснение изменения показателя штормгласса перед сейсмическими толчками (Гвоздарев, 2004).

В среде обитания существенная доля возмущений электромагнитных полей на низких частотах связана с ионосферными – магнитосферными процессами, т.е. обусловлена вариациями солнечной активности (космической погоды). Поэтому неудивительно, что некоторые физико-химические метеотропные реакции использовались как индикаторы вариаций космической погоды с давних времен (Владимирский, Темурьянц, 2000). Наиболее известные примеры – уже упомянутые тесты Д. Пиккарди и В.В. Соколовского.

Чувствителен ли к вариациям космической погоды штормгласс? Это кажется вполне вероятным, так как ощутимая доля электромагнитных сигналов в среде обитания, в том числе и при изменениях погоды, связана с ионосферно-магнитосферными процессами, т.е. имеет космическое происхождение. Но убедительного ответа на этот вопрос пока не было получено. Отдельные сообщения в литературе о присутствии в вариациях показателей штормгласса эффектов космической погоды (Кириллов, 2001, Гвоздарев, 2004, Агулова, 1985), используют весьма ограниченную непредставительную статистику. Между тем, поиск сигналов космического происхождения в динамике процессов, протекающих в штормглассе, является интересной и актуальной задачей. Продвинуться в ее разрешении – основная цель настоящей работы.

2. Прибор, процедура измерений, накопленный массив данных

2.1. Приборы, используемые в наблюдениях

В начале 90-х гг. междисциплинарная группа крымских исследователей (В.П. Щербаков, В.Я. Нарманский, В.С. Мартынюк, Б.М. Владимирский) реализовала специальную исследовательскую программу по реставрации технологии изготовления штормгласса. После анализа и сравнительного сопоставления различных рецептов, имеющих в литературе, изготавливались пробные небольшие партии приборов, над которыми проводились специальные наблюдения. Итогом выполнения упомянутой программы было изготовление нескольких партий штормглассов согласно технологии, признанной наиболее оптимальной. Специальными наблюдениями было установлено, что общая картина явлений в изготовленных экземплярах не отличается сколько-нибудь заметно от того, что происходит в старинных образцах, сохранившихся до наших дней. Сопоставление хода показаний изготовленного и старинного штормгласса, находящегося в С.-Петербурге, показало, что хотя шкалы отсчетов были разными, характер изменений был одинаковый. Кроме того, небольшие партии приборов изготавливались с некоторыми отклонениями от «канонической рецептуры» – с теми или иными экспериментальными целями.

Наблюдения, начатые в августе 1995 г., проводились с экземпляром из первой основной партии. Согласно информации изготовителей, для данного образца применялись химически чистые соли, аптечная камфора и этиловый спирт высшей категории очистки. Дистиллят отстаивался после получения не менее суток. Заपाивание тонкостенной пробирки (20 мл) из легкоплавкого стекла проводилось газовой горелкой сразу после сливания растворов, изготовленных в тот же день.

Конечно, применяемые в данной работе приборы не могут считаться вполне идентичными старинным образцам. Дело не только в том, что некоторые тонкие детали технологии изготовления к настоящему времени утрачены. Вероятно, важно, что используемая в то время камфора была органического происхождения – т.е. оптически активной (в нашем случае использовалась рацемическая смесь). В старинной технологии обычно использовалась родниковая вода, содержащая неизвестные примеси, и хлебное вино, замененное позже обычным этиловым спиртом.

2.2. Процедура измерений

Изготовленные штормглассы представляют собой ампулы объемом около 20 см³ с раствором, для которых в качестве шкалы взята миллиметровая разметка, нижний край ампулы совпадает с нулевым отсчетом. Наблюдения начаты в августе 1995 года с одним штормглассом (N 1), с октября 1999 г. добавился второй (N 3) и с октября 2003 г. – третий экземпляр (N 4), регистрация показаний всех штормглассов продолжается (2010 г). Они закреплены в комнате вдали от окна и солнечной засветки.

Ежедневно около 10,5 h и 22,5 h ($\pm 0,5$ h) часов местного времени снимаются отсчеты уровня осадка или кристаллов. Измеряемая комнатная температура на протяжении длительных интервалов времени изменялась в пределах $\pm 2^\circ$ в течение суток. Одновременно ведется регистрация наружной температуры и давления (с помощью anerоида). Предварительное исследование влияния температуры на изменение показаний для периода длиной 11 месяцев, когда термометр располагался рядом со штормглассом,

показало, что наблюдаемые показания штормгласса и исправленные за ход температуры отличаются только по абсолютной величине, а все особенности хода кривых сохраняются. Время от времени происходил своеобразный сбой показаний – отсчет нельзя было снять, так как происходило расслоение вещества – часть занимала низ ампулы, а часть кристаллов плавала сверху жидкости. Возвращение к «обычному» состоянию достигалось путем встряхивания. Такие даты специально фиксировались как аномальные. Это явление наблюдалось только для штормгласса 1 и только в первой половине всего периода наблюдений. Величины отсчетов у разных штормглассов (они изготовлялись в разных партиях) не совпадают, но характер изменения всегда аналогичен – с ростом высоты кристаллов в одной ампуле отмечается рост в другой – иногда с некоторым небольшим смещением, вызванным разной чувствительностью.

2.3. Накопленный массив данных

Наблюдения продолжались без существенных перерывов (иногда были пропущены 1 – 3 отсчета), так что данные штормгласса № I перекрывают весь 23-й цикл солнечной активности. Примерно две трети охвачены наблюдениями прибора № 3. Накопленные более 12 тыс. измерений за 14 лет представляют сформированный банк данных, вероятно, самый крупный за всю историю исследований штормгласса. Он позволяет изучить изменения как за весь период наблюдений, так и на разных фазах солнечной активности с привлечением большого количества геофизических, солнечных и космических индексов. Для нашего первоначального анализа использованы пока только некоторые части всего массива данных – в разных случаях включавших в себя данные за промежутки 2 – 8 лет.

3. Некоторые предварительные результаты обработки

3.1. Сравнение показаний разных приборов

Мы сравнивали одновременные показания нескольких (до 4) имеющихся штормглассов на протяжении выбранных длительных промежутков времени. Они были изготовлены в разных партиях и поэтому имеют разную чувствительность. Все они демонстрировали синхронные изменения регистрируемой реакции. В качестве примера на рис. 1 приводится сравнение измерений показаний приборов № 1 и № 3 за 2003 – 2006 гг. По оси X отложены даты измерений в юлианских днях, а по оси Y – "показатель штормгласса", т.е. высота столбика кристаллов от нулевого уровня (дна ампулы). Хорошо виден сложный характер колебаний показаний – в обоих приборах они происходят синхронно. Нетрудно заметить также некоторое различие, которое сводится к небольшому смещению средних значений и, возможно, к некоторой разнице во времени релаксации, обусловленных некоторым отличием растворов (эти различия должны быть предметом специального анализа).

Синхронность в показаниях двух приборов, удаленных друг от друга на расстоянии несколько метров, указывает разве что на их нормальное функционирование. Однако, определенный синхронизм сохраняется и для приборов, разнесенных и на большие расстояния. Это иллюстрирует рис. 2, где данные штормгласса № 1 сравниваются с показаниями аналогичного устройства, наблюдавшегося независимо в первой половине 1998 г в Челябинске (Кириллов, 2001).

Измерения в этом пункте представляют собой отсчет высоты осадка, однако сведений о технологии изготовления штормгласса не сообщается. Из замечательного параллелизма кривых рис. 2 следует, возможно, что имеются глобальные общепланетарные факторы, действующие на приборы синхронно. Имеются также факторы местного метеорологического происхождения. Их можно сопоставить по величине с вкладом глобальных факторов. Но местные погодные изменения в шкале десятков суток для пунктов, разнесенных на расстояние около 3 тыс. км, можно считать изменяющимися вполне независимо. Сходство приведенных кривых убедительно указывает на планетарный источник воздействия, а некоторые отличия обусловлены метеорологическими отличиями в пунктах наблюдений.

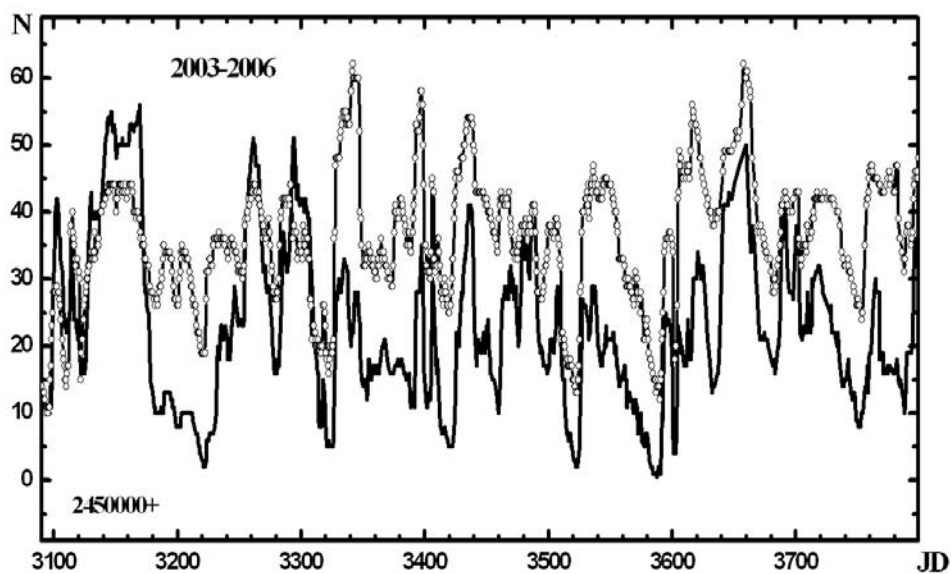


Рис.1. Изменения показаний двух приборов. По вертикальной оси – значения показателя N, измеряемого ежесуточно в 10 часов и 22 часа местного времени; по горизонтальной оси – юлианские дни.

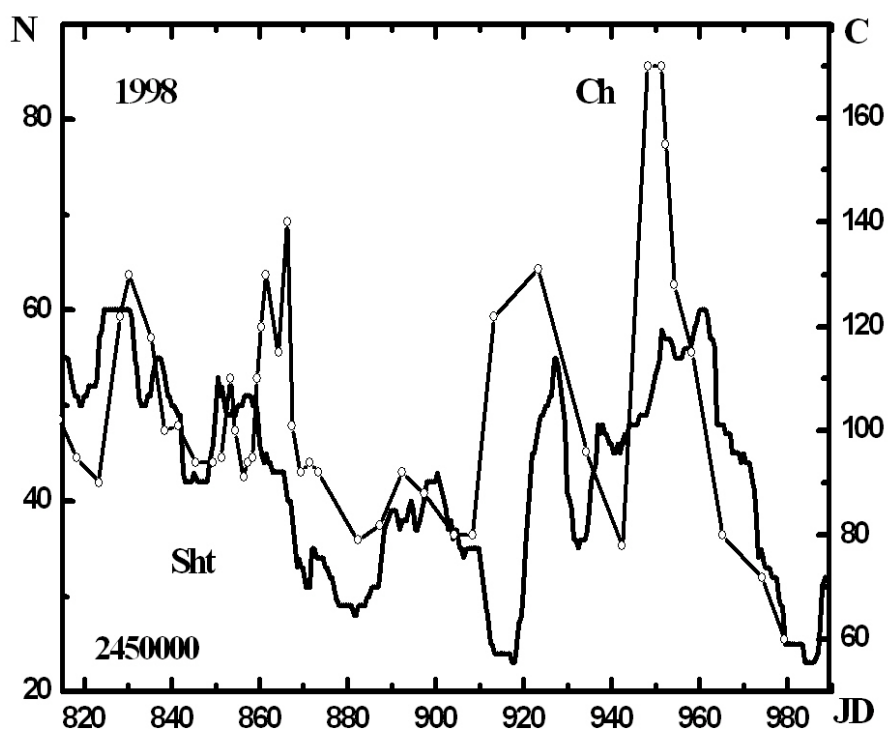
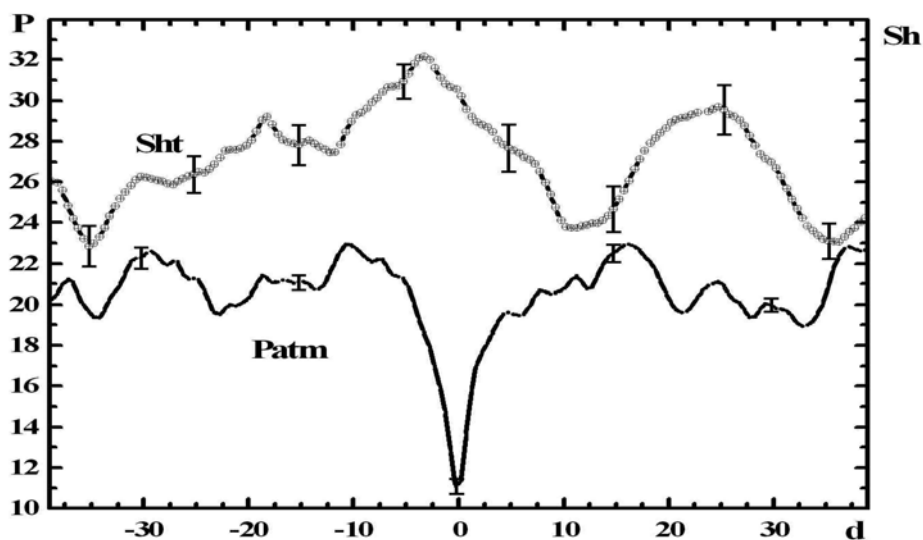


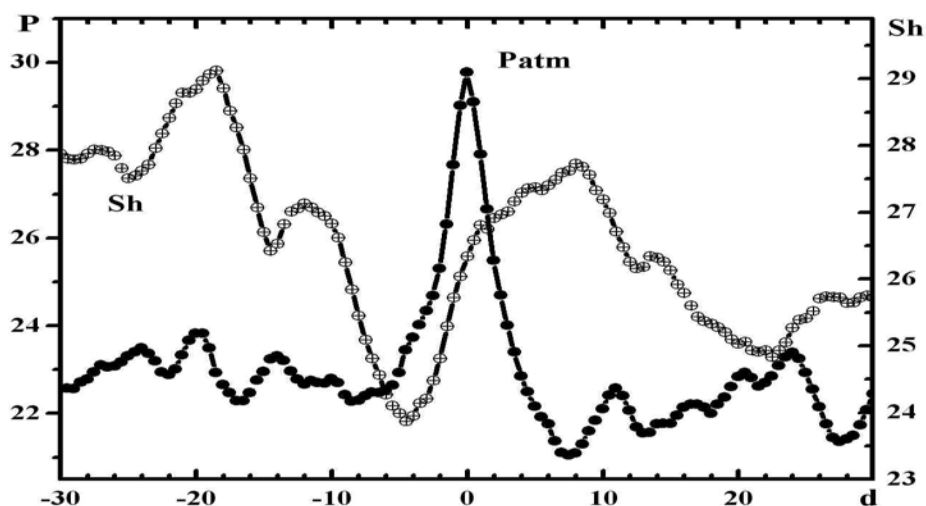
Рис.2 Ход кривых показаний штормгласов в одно и то же время, находившихся в Крыму и Челябинске.

3.2 Атмосферное давление

Так как штормгласс изначально использовался для регистрации атмосферных явлений, целесообразно провести сопоставление с атмосферным давлением в пункте наблюдений (пос. Научный, Крым). Из данных за два года – 1999-2000 гг. выбрано 32 события, когда отсчеты давления были ниже 713 мм ртутного столба. Нормальное среднее давление составляет около 720 мм при максимальном 733 мм (высота 600 м). Методом наложенных эпох получено сопоставление атмосферного давления и соответствующих по времени изменений показаний штормгласса, что представлено на рисунке **3а** (шкала относительная). Аналогичная зависимость сохраняется, если подобные расчеты сделать для рядов меньшей длины, например, отдельно за 1999 и 2000 гг., или, наоборот – для рядов большей длительности наблюдений.



a



b

Рис. 3 а - изменение показаний штормгласса N перед резким понижением атмосферного давления. Наложение эпох. Реперный пункт – дни, когда атмосферное давление было не выше 713 мм. рт. ст., 32 случая в 1999 – 2000 гг. **б** - то же для увеличения давления выше 727 мм.

Видно, что на начало резкого падения давления приходится пик показаний штормгласса. Минимальное давление отмечается примерно через 2.5 дня после максимального показания штормгласса.

На рисунке 3b показан результат применения метода наложенных эпох к событиям, когда давление было выше 727 мм. Видно, что примерно за 4 дня до достижения максимального давления уровень отсчетов штормгласса становится минимальным. Наблюдаемые зависимости подтверждают правомерность использования штормгласса (рост кристаллов в ампуле) для предсказания экстремальных изменений погоды, как это делали в прошлом на кораблях.

3.3. Сезонный ход показаний штормгласса

Чтобы выявить, как изменяются показания штормгласса в течение года, т.е. как влияет переменность годовых атмосферных условий и изменение положения Земли в процессе её орбитального движения, мы усреднили среднемесячные показания штормгласса за несколько лет. Данные для штормгласса № 1 относятся к 1996 – 2007 гг., для № 3 – 1999 – 2007 гг. (выборка данных несколько меньше). Результаты сопоставления представлены на рис. 4. Видно, что хорошо выраженный сезонный ход имеет минимум в июле и максимум в сентябре – октябре. Положение минимума и максимума сохраняется, если делать усреднения по меньшим или большим интервалам выбранного времени.

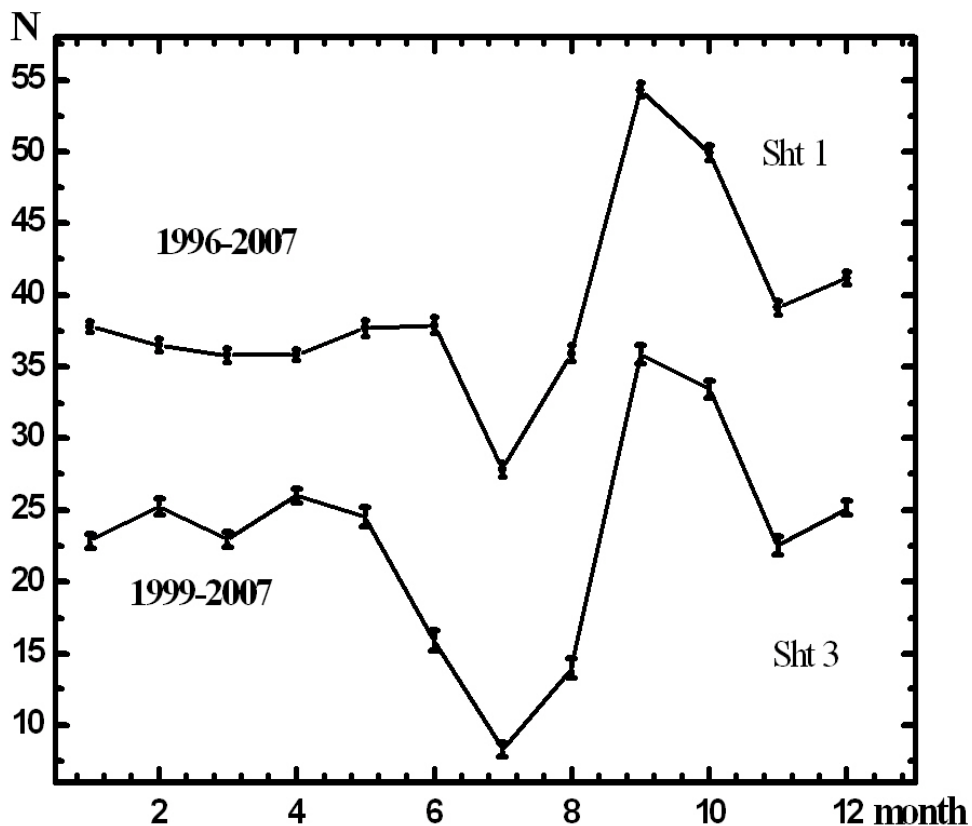
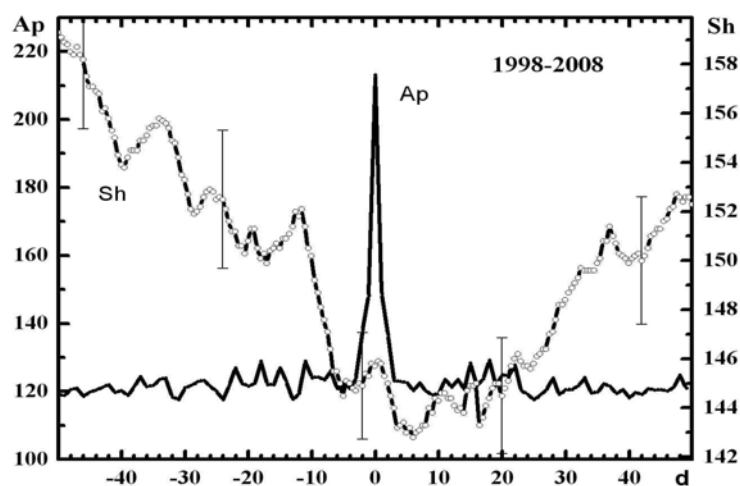


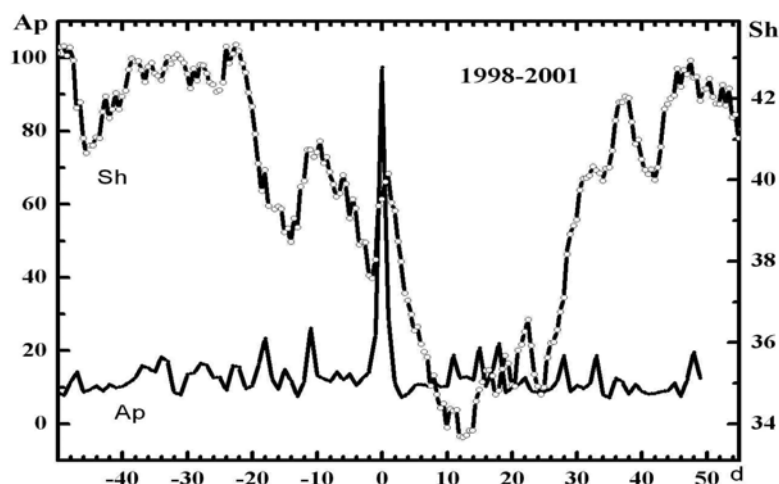
Рис.4 Усредненный сезонный ход двух приборов. По вертикальной оси – среднемесячные показания штормгласса N с их среднеквадратичными ошибками. По горизонтальной оси – месяцы.

3.4. Планетарный геомагнитный индекс Ap

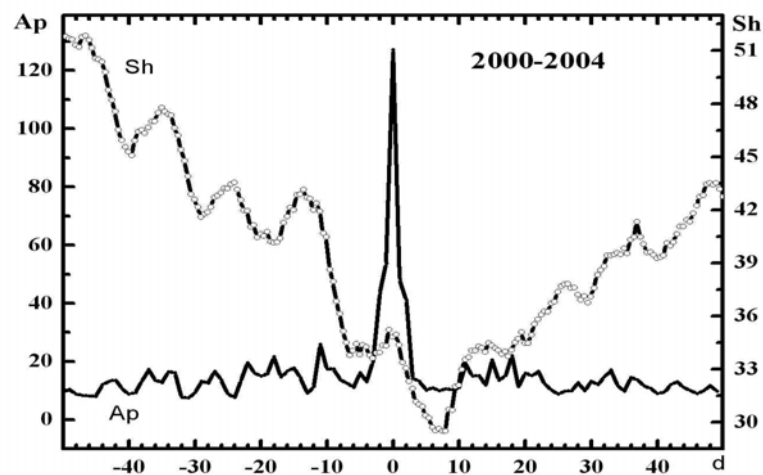
Для сопоставления реакции штормгласса с геофизическими событиями был использован индекс Ap, взятый из Интернета: [http://www.wdcb.ru/stp/data/geomagni.ind/kp_ap/]. Методом наложенных эпох обрабатывался массив данных за 1998 – 2008 гг. В качестве реперных событий выбирались магнито-возмущенные дни с величиной индекса Ap больше 70 нт. Всего для указанного интервала было найдено 38 событий. При этом возмущения, разделенные малым интервалом времени, объединялись в одно событие. Рассматривались интервалы по 90 дней до и после реперного момента (это составляло примерно около 200 точек). На рис. 5 а приведены усредненные кривые показаний штормгласса и индекса Ap для всего исследуемого периода (1998-2008 гг.). На рис. 5 б, 5 с и 5 д даны аналогичные кривые для трех интервалов по 3-4 года (1998-2001, 2000-2004, 2004-2007 гг.). Все четыре варианта дают очень похожие зависимости. Хорошо видно, что магнитные бури приходятся на спад кривой показаний штормгласса в области широкого минимума, в котором могут отмечаться колебания, возможно связанные с метеорологическими факторами. В то же время вблизи максимума Ap всегда наблюдается небольшой максимум значений штормгласса. Уменьшение показаний штормгласса начинается за 40-50 дней до максимального значения Ap-индекса.



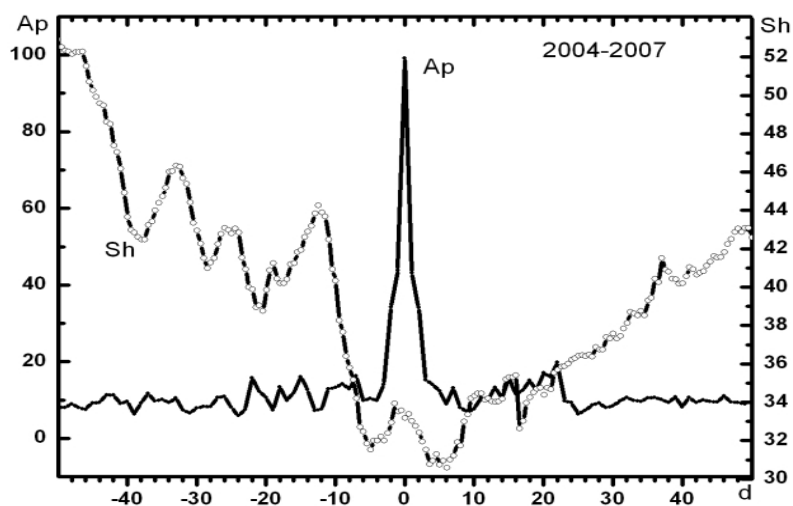
a



b



c



d

Рис 5 а - изменения показаний штормгласа N вблизи дня, когда индекс магнитной активности Ap был больше 70. Наложение эпох, 38 событий в период 2000 – 2008 гг. **b, c, d** - то же для интервалов 1998-2001, 2002-2004, 2004-2007 гг.

Для проверки реальности результатов мы повторили всю процедуру, заменив значения Ap-индекса набором случайных чисел от 1 до 1000. Реперным событием считались те случаи, когда число превышало 900. Интервалы времени соответствовали тем, что приведены на рис 5. Для удобства нормализованные значения для трех выборок показаний штормгласа приведены со смещением по оси Y. На **рис. 6** видно, что в этих кривых показаний штормгласа отсутствуют детали, характерные для случаев сравнений с индексами Ap.

3.5. Солнечные вспышки

За период 2000-2006 гг. были отобраны в качестве реперных событий вспышечные индексы величиной более 40. Данные взяты из Интернета [noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SOLAR_FLARES/INDEX/2000_t.dat]. Рис. 7 иллюстрирует картину, полученную наложением эпох. Количество событий равно 20. Максимум вспышечного индекса приходится на область минимума показаний штормгласа. Эта же

картина сохраняется при сопоставлении сезонного хода вспыхечного индекса и показаний штормгласа для интервалов 1996 – 2005 гг. и 2002 – 2007 гг.

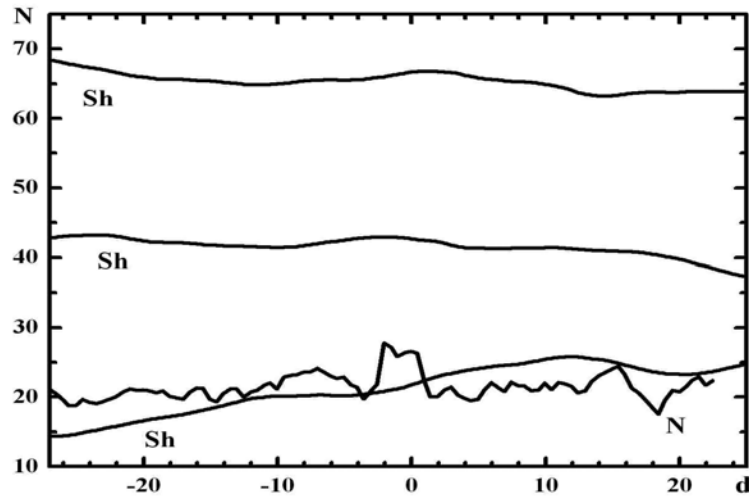


Рис.6 Изменения показаний штормгласа N, когда индекс Ap заменен набором случайных чисел.

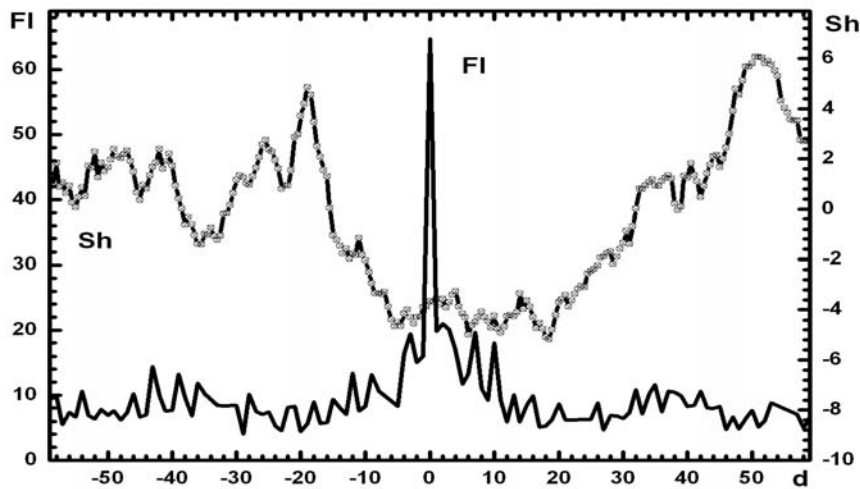


Рис.7 Изменения показаний штормгласа N когда в качестве реперных событий выбраны вспыхечные индексы FI величиной более 40.

При уменьшении критических значений реперного события от 40 до 35, т.е. с уменьшением порога выбираемых вспыхечных событий, количество событий увеличивается до 26, но соотношение кривых, аналогичных приведенным рис. 7, сохраняется. Более точное сопоставление солнечных событий и изменения показаний будет рассмотрено в дальнейшем. Но полученная картина дает указание на связь регистрируемых показаний штормгласа с космическими факторами.

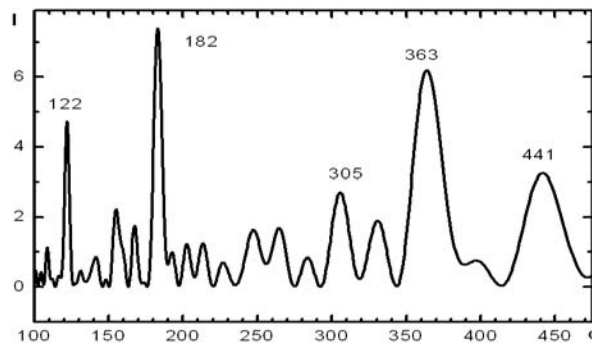
3.6. Радиопоток F 10,7 см

Проводилось предварительное сравнение изменений радиопотока F10,7 см и показаний штормгласа за период 1997 – 2007 гг. После коррекции за общий тренд был

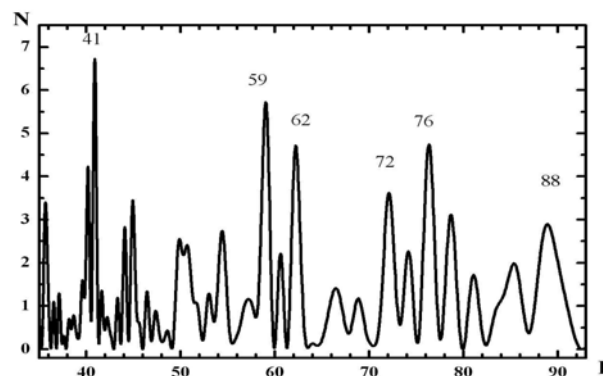
применен метод наложенных эпох, когда в качестве реперных дней выбирались события с величиной потока, превышающей среднее значение в данном интервале дат выше 20%. Так как полученная картина не имела четко проявленной закономерности, временной интервал был разбит на три (примерно равные) части, соответствующие разным фазам солнечного цикла. Результаты оказались различными для разных участков цикла и с бóльшим средне-квадратичным отклонением, чем для других индексов. Сделан вывод, что, возможно, существует зависимость рассматриваемых событий от фазы солнечного 11-летнего цикла. Более подробное изучение будет сделано в дальнейшем с использованием всего массива данных.

3.5. Спектр мощности

Поиск периодов проводился с помощью стандартного алгоритма дискретного Фурье-преобразования. На рис. 8а и 8б представлены спектры, полученные для массива 1997 – 2007 гг. По оси X показаны периоды. Наиболее значимыми для рассматриваемых частот периодами оказались 122, 182, 360-363 и 440 дней, (хотя первые два значения могут быть гармониками года, а не самостоятельными периодами). Был также проведен временной анализ для более коротких интервалов (1-3 гг.). Для разных выбранных рядов значения периодов могут отличаться на 1-2 дня, поэтому можно говорить о примерных значениях: около 23-24, 28-30, 40-41 и сопряженный с ним 88, 59 и 62 дней. Период 62 дня присутствует также в данных Ар индекса. Характер получаемых спектров и свертки указывают на присутствие нескольких налагающихся колебаний. Более подробный анализ периодичности изменений показаний штормгласса с учетом разных фаз солнечной активности – в годы минимума, максимума, спада и подъема ее уровня – и особенностей показаний ее индексов будет продолжен в дальнейшем.



a



b

Рис.8 а и б - спектры мощности показаний штормгласса за период 1997 – 2007 гг. По вертикальной оси – величина, пропорциональная спектральной плотности, по горизонтальной – периоды в сутках. Цифры около спектральных пиков – значения периодов (сутки).

4. Обсуждение

Введенный в настоящей работе индекс динамических изменений штормгласса – высота кристаллов в колбе Фицроя – является простейшим для регулярных измерений, какой можно себе представить. Конечно, он не отражает, очевидно, всего многообразия процессов, протекающих в растворе, когда даже визуально отмечается изменение не только высоты осадка, но и формы и структуры образований – кристаллов, хлопьев и др. Тем удивительнее, что он позволил выявить целый ряд важных закономерностей.

Прежде всего, оказалось, что все изменения, зафиксированные в независимых однотипных приборах, происходят синхронно. Внимательное изучение графиков рис. 1 показывает, что при высокой степени синхронности вариаций между показаниями приборов имеются различия. Их следует отнести за счет некоторых особенностей технологии изготовления, что должно быть предметом специального анализа. Сохранение некоторого синхронизма в вариациях показателей на большом расстоянии (Крым – Урал, рис. 2) является, как уже отмечалось, указанием на присутствие глобальной составляющей в изменениях действующего физического агента. Все эти данные можно истолковать и как свидетельство электромагнитной природы этого агента. (Необходимо учесть, что электромагнитные волны большой длины когерентны на характерных расстояниях порядка тысяч км).

Думается, наиболее важный результат данного этапа обработки – надежное подтверждение хорошо известной качественной закономерности: рост кристаллов перед резким изменением погоды (рис. 3а и 3б). То, что эта закономерность устойчиво воспроизводится синхронно на независимых приборах означает, что реставрацию старинной технологии изготовления штормгласса можно признать успешной. Нетривиальность этого вывода нетрудно понять: точное (буквальное) воспроизведение технологии 18 в., как отмечалось, невозможно. Для старинных приборов использовалась родниковая вода и неочищенные соли, спирт с неизвестными примесями. Как указала в свое время Агулова (1985), изготовители в то время применяли камфару органического происхождения (т.е. оптически активную, в отличие от современной аптечной, представляющую собой рацемическую смесь). Так что воспроизведение «нормальной работы» старинного прибора его современными аналогами – серьезное достижение.

Все экологические параметры и геофизические поля имеют характерный годовой ход. Поэтому интересно сравнить вариации показателей штормгласса (рис. 4) с сезонными изменениями различных других показателей. Из такого сравнения, в частности, следует, что кривые рис. 4 не совпадают с годовыми вариациями температуры. Понятно, что изучение температурной зависимости работы прибора представляет отдельную задачу (эта зависимость связана с некоторыми особенностями технологии изготовления, но вообще известно, что в летнюю жару некоторые экземпляры «работают» хуже).

Полученный годовой профиль показаний штормгласса не похож на ход сейсмической активности, но напоминает вариации критических частот среднеширотной E-ионосферы на протяжении года (Антонова и др., 1996). На данном (предварительном) этапе исследований наиболее важен методический вывод из рассмотрения графиков рис. 4: сопоставления показателей штормгласса с различными индексами необходимо проводить для зимне-весенних месяцев и летне-осенних отдельно.

К сожалению, четких определенных выводов из сопоставления полученных данных с интегральными космофизическими индексами (рис. 5, 7) сделать пока невозможно: вариации носят весьма сложный характер, картина существенно зависит от фазы 11-летнего цикла солнечной активности. Дополнительная трудность возникает в связи с тем, что геофизические – метеорологические процессы связаны непосредственным образом с вариациями космофизических индексов. Здесь может помочь изучение колебательных явлений в показаниях колбы Фицроя, Сделано предварительное исследование нахождения и анализа периодичностей.

На представленных рисунках видно, что в показателях штормгласса присутствует ряд некоторых периодов. Необходимо отметить, что точность определения периодов составляет

от 1 дня (короткие периоды) до 10 дней (длинные периоды), и эта точность имеет разную величину в зависимости от длины рассматриваемого массива данных, вычитания трендового полинома и т.п.. Действительно, на спектрах (рис. 8а и б) хорошо заметны несколько сильных линий. Конечно, их отождествление сталкивается с определенными трудностями и носит предварительный характер. Годовой и полугодовой периоды, скорее всего, имеют метеорологическое происхождение. Период 442^d (1,2 года) очень близок к чандлеровским колебаниям полюса планеты и присутствует в вариациях геофизических полей. Значения более коротких периодов можно сравнить с набором известных периодов, выявленных в вариациях солнечной активности и геомагнитных возмущений и затабулированных в сводке Владимирского и др. (1994). Оказывается, в вариациях показателя штормгласа присутствует период 158^d , совпадающий с периодом частот следования вспышек $155^d \pm 5^d$, а также период 122^d , очень близкий к периоду, найденному в вариации чисел Вольфа (120^d). Однозначному отождествлению в некоторых случаях мешает, видимо, расщепление, обусловленное модуляцией более продолжительными периодами с большой амплитудой (год, полугодие).

Одним из главных компонентов раствора штормгласа (колбы Фицроя) является вода. Изменение ее физических свойств влияет на скорость роста кристаллов. Можно предположить, что именно чувствительность воды к воздействию слабых электрических и магнитных полей и их изменениям (а это сейчас доказано), возникающим под воздействием космической погоды или при ряде метеорологических процессов, делает штормглас своеобразным «барометром», пригодным для регистрации целого ряда явлений на Земле и в космосе.

5. Выводы

Представленные данные и их предварительный анализ позволяют сформулировать следующие основные выводы:

1. Введенный в настоящей работе показатель динамических процессов в штормгласе – высота уровня кристаллов в колбе Фицроя – позволяет выявить целый ряд закономерностей.
2. Подтверждается, что перед резким изменением погоды за 1 – 3 суток в штормгласе наблюдается усиление образования кристаллов.
3. Обнаружены признаки чувствительности штормгласа к изменениям стандартных гелиогеофизических индексов; в частности, в вариациях показателя штормгласа присутствуют известные космофизические периоды.
4. Полученные данные согласуются с гипотетическими модельными представлениями, согласно которым действующим физическим агентом являются вариации электромагнитных полей инфранизкочастотного диапазона, а мишенью – вода.

Список литературы:

- Агулова Л.П. (Томск), частное сообщение, 1985.
- Антонова Л.Ф., Иванов-Холодный Г.С., Чертопруд В.Е. Аэрономия слоя E (учет вариаций УФ-излучения солнца и геомагнитных возмущений). М. "Янус". 1996. 168 с.
- Владимирский Б.М., Темурьянц Н.А., Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу, изд. МНЭПУ, М. 2000, Гл. 7, с. 245 – 288.
- Владимирский Б.М., Нарманский В.Я., Темурьянц Н.А., Космические ритмы, Симферополь, 1994, 173 с.
- Гвоздарев А.Ю., Алтайское (Чуйское) землетрясение: прогнозы, характеристики, последствия, Материалы научно-практической конференции, Горно-Алтайск, РИО ГАГУ, 2004, с. 148 – 150.
- Кириллов А.К., Электромагнитный канал воздействия солнечной активности на биологические и физико-химические системы, Международный Крымский семинар «Космос и Биосфера», Тезисы докладов, Партенит, 2001, с. 44.
- Кисловский Л.Д., Вселенная в капле воды, изд. «Белые Альвы», М., 2005, с. 74 – 135.
- Леднев В.В., Белова Н.А., Рождественская З.Е., Тирас Х.П., Биоэффекты слабых переменных магнитных полей и биологические предвестники землетрясений, Геофизические процессы и биосфера, 2003, т. 2, № 1, с. 3 – 11.

- Музалевская Н.И., Соколовский В.В., Анализ рядов наблюдений с унитиоловым тестом, в кн. Электромагнитные поля в биосфере, т. 1, М. Наука, 1984, с. 201 – 215.
- Опалинская А.М., Агулова Л.П. Влияние естественных и слабых искусственных магнитных полей на физико-химические и элементарные биологические процессы. Томск. Изд. томского ун-та 1983. С.149.
- Степанюк И.А., Электромагнитные поля при аэро- и гидрофизических процессах, Российский государственный гидрометеорологический Университет, СПб., 2002, 214 с.
- Фицрой Д, Практическая метеорология, СПб., 1865, 445 с. (Приложение).
- <http://www.ngdc.noaa.gov/stp/SOLAR/ftpsolarradio.html>].