

# Что “показывает” штормглас

Н.Д. Кузнецова<sup>1</sup>, В.В. Кузнецов<sup>1</sup>

**Аннотация**—Приводятся результаты наблюдений за поведением штормгласа на Камчатке и в Новосибирске. Показано, что штормглас реагирует на некоторые виды циклонов, находящихся за тысячи километров от него. Предлагается принцип работы этого прибора, основанный на применении бурно развивающегося в настоящее время метода многочастичной квантовой сцепленности (запутанности). Мы предполагаем, что в случае штормгласа квантовая сцепленность возникает между протонами водородных связей, образующихся в процессе кристаллизации камфоры в штормгласе, и протонами водородных связей переохлажденной воды циклона при ее кристаллизации.

**Index Terms**—штормглас, циклоны на Камчатке и в Сибири, физическая модель

## I. ВВЕДЕНИЕ

Впервые мы узнали о штормгласе из статьи Жвирблиса в журнале “Химия и жизнь” [1], где было написано, что этот барометр (stormglass) представляет собой запечатанную стеклянную пробирку с водно-спиртовым раствором камфоры, хлорида аммония и нитрата калия. Из других работ по штормгласу мы не смогли понять, насколько результативно работает это устройство, называемое барометром Фицроя, и понять физический принцип его действия.

В середине 80-х мы изготовили такой прибор и приступили к его испытаниям. Они проводились сначала в Новосибирске, и мы не сумели прийти к определенному выводу по поводу полезности колбы. Затем эту колбу мы перевезли на Камчатку, где нами был обнаружен эффект регистрации проходящих на Камчатку циклонов. Вернувшись в Новосибирск, мы изготовили три одинаковых колбы, и здесь неожиданно для себя, используя наш камчатский опыт, мы начали регулярно регистрировать проходящие на север Сибири циклоны Карского и Баренцева морей. Повторяемость результатов вынудила нас подумать о возможной физике явления. Более того, стало ясно, по какому пути необходимо продолжить наблюдения, чтобы выяснить, насколько правдоподобна предложенная нами физическая модель барометра Фицроя.

## II. ШТОРМГЛАС

Английский гидрограф и метеоролог вице-адмирал Роберт Фицрой описал именно такой “барометр”, и, поскольку его описание используется до сих пор, то

<sup>1</sup> Институт космофизических исследований и распространения радиоволн, ДВО РАН (ИКИР), Камчатка, [vvkuz38@mail.ru](mailto:vvkuz38@mail.ru).

штормглас также называют “барометром Фицроя”. В 1831–36 г.г. Фицрой возглавлял океанографическую экспедицию на корабле “Бигль”, в которой участвовал Чарльз Дарвин. До конца своей жизни Фицрой заведовал метеорологическим департаментом Великобритании и руководил британской метеорологической службой.

Адмирал Фицрой использовал такую колбу в 19-ом столетии в Англии как инструмент прогноза погоды, точнее, как предвестник надвигающегося шторма (отсюда и название). Показателем служил рост кристаллов на границе раздела твердой и жидкой фаз. Высота подъема этих кристаллов (заполнения колбы кристаллами камфоры), их форма и количество наблюдались и интерпретировались [2].

В большинстве публикаций о штормгласе (ШГ) сообщается об исследованиях особенностей формы кристаллов в колбе и зависимости количества кристаллов от температуры [3], [1], [2], [4]. Кристаллы, выращенные из раствора камфоры в этаноле, также наблюдались для сравнения. Для того, чтобы исследовать эффект температурных изменений кристаллов, была построена точная копия ШГ с системой управления температурой. Получены образцы дифракции рентгеновского излучения на кристаллах, что позволило разъяснить разновидности кристаллов в колбе Фицроя [2].

Авторы цитируемой работы пишут: “Нами был выбран состав штормгласа и определена его способность “предсказать” проанализированную погоду. Принимая во внимание, что атмосферное давление имело только минимальное влияние, главное влияние на состояние штормгласа оказывала окружающая температура. Циклическое изменение температуры показало, что этот прибор обратимо формировал одно и то же количество кристаллов при заданной температуре. Штормглас – химически сложная система, которая демонстрирует температурную зависимость растворимости камфоры. Предсказание погоды таким прибором невозможно”.

## III. ПЕРВЫЙ ОПЫТ

По известному рецепту мы собрали нужные вещества в стеклянной пробирке, после чего она была запаяна. Действительно, при охлаждении в ней появлялись кристаллы (предположительно) камфоры, и они исчезали при её нагреве. Испытания этой “колбы Фицроя” проводились нами в геофизической обсерватории “Ключи” института геофизики СО РАН в 90-е годы, и корреляции показаний ШГ с изменениями погоды мы не вы-

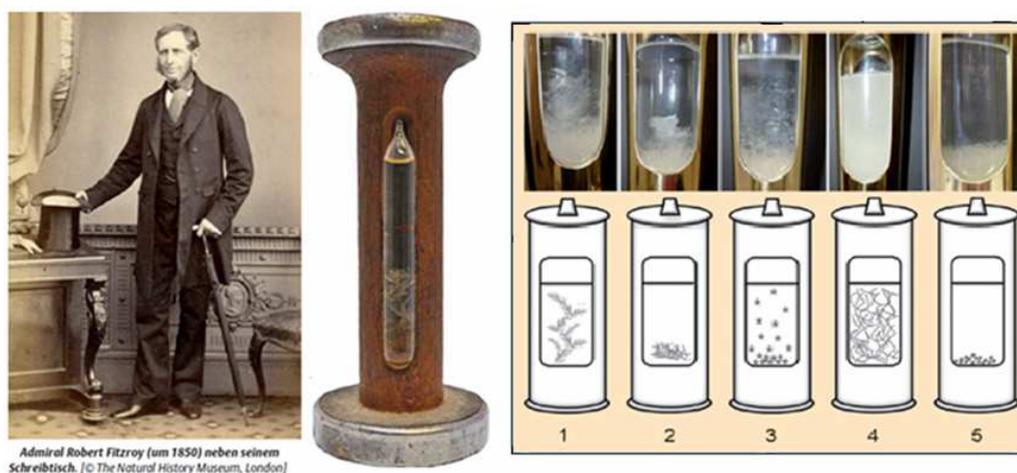


Рис. 1. Адмирал Фицрой, его колба и формы кристаллов: 1 – образуются на холоде, 2 – форма папоротника, 3 – звезды, 4 – ясно и сухо, 5 – на морозе [2].

явили. Влияние магнитного, электрического и электромагнитного полей, а также звукового воздействия на колбу инфранизких частот (единицы герц) от мощного (усилие до 100 тонн) сеймовибратора эффекта также не дали.

После натуральных испытаний колбу установили в помещении вдали от окна и наблюдали. Иногда в ней возникали кристаллы, иногда их было настолько много, что они занимали весь объем пробирки. Однако нам не удалось ни разу зафиксировать какую-либо корреляцию с фиксируемыми нами рост кристаллов с природным или техногенным явлением.

Жизнь сложилась так, что нам по работе пришлось переехать на Камчатку. Взяли мы с собой и эту колбу. И тут, к нашему огромному удивлению, оказалось, что рост кристаллов в нашей колбе очень четко совпадал по времени с циклонами, приближающимися к берегам Камчатки. Прибор начинал “чувствовать” циклон, находящийся за несколько тысяч километров от места установки колбы (с. Паратунка, Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН). По мере приближения циклона высота столбика кристаллов 1-го и 2-го типов (рис. 1) увеличивалась и затем спадала по мере удаления циклона от места установки ШГ. Следует отметить, что разрушение столбика кристаллов происходило, как правило, со значительно большей скоростью, чем их рост. Никакой более четкой (например, степенной) зависимости объема кристаллов в колбе от расстояния до циклона нами не обнаружено. Тем не менее, даже при наличии минимального опыта работы с колбой возникала принципиальная возможность регистрировать раннее приближение циклонов к Камчатке. В течение двухлетнего периода мы получали убедительные предсказания подхода циклонов, что было особенно актуально в зимние периоды, и мы заранее запасали продукты первой необходимости, зная, какими мощными снегопадами могут грозить нам циклоны.

Уезжая, мы по просьбе нашего приятеля остави-

ли наш ШГ на Камчатке. Но он человек занятой, геофизик-полевик, и долго находиться рядом с прибором не в состоянии. Наблюдения за циклонами на Камчатке практически прекратились. Интерес к ШГ угас, и он снова возродился у нас после того, как наш хороший знакомый Алексей Гвоздарев (сейчас он заведует кафедрой физики Горно-Алтайского госуниверситета) ознакомил нас с результатами своих наблюдений за показаниями ШГ на Алтае в момент Алтайского (Чуйского) землетрясения магнитудой 7.5. В эти годы я (ВВК) активно работал над физикой землетрясения и, естественно, не мог пройти мимо такого совпадения с моими интересами. Гвоздарев обнаружил, что во время афтершоковой сейсмической активности на Алтае в октябре 2003 г. максимальная высота кристаллов совпадала с моментами землетрясений [5].

#### IV. СИБИРСКИЙ ОПЫТ

Интерес к изучению ШГ возник вновь. Мы воспользовались одним из рекомендуемых рецептов, по которому была приготовлена смесь из химически чистых нитрата калия и хлорида аммония, аптечной камфоры, этанола и дистиллированной воды. Этой смесью заполнили три одинаковых пробирки. Пробирки были закрыты пришлифованными стеклянными пробками, верх которых был промазан герметиком.

Наблюдения за уровнем кристаллов в пробирках были начаты нами осенью 2012 года. До весны 2013 никаких изменений в пробирках не происходило. Мы начали думать, что этот опыт у нас оказался неудачным. В мае 2013 года начался рост кристаллов примерно с одинаковой скоростью во всех трех пробирках. Они находились в нашей квартире при практически постоянной температуре, за время наблюдений корреляции роста кристаллов с изменением внешних Р,Т-условий не обнаружено. Воспользовавшись камчатским опытом, мы заметили, что в периоды интенсивного образования кристаллов во всех трех колбах на север Сибири из Баренцева (или Карского) моря надвигались циклоны

(рис. 2). Уровень кристаллов в колбах возрастал по мере продвижения циклона в направлении к Западной Сибири. После того, как этот циклон смещался на восток и пересекал “наш” меридиан, уровень заполнения кристаллами понижался. Мы не вели постоянный мониторинг циклонов, приходящих в Сибирь с севера. Постоянно контролировался только уровень кристаллов в ШГ. Когда он повышался, мы обращались к метеокартам, где всегда обнаруживали появление циклонов в полярных районах Сибири. Конечно, для того, чтобы сделать вывод более основательный, необходимо провести регулярный мониторинг климатической обстановки.

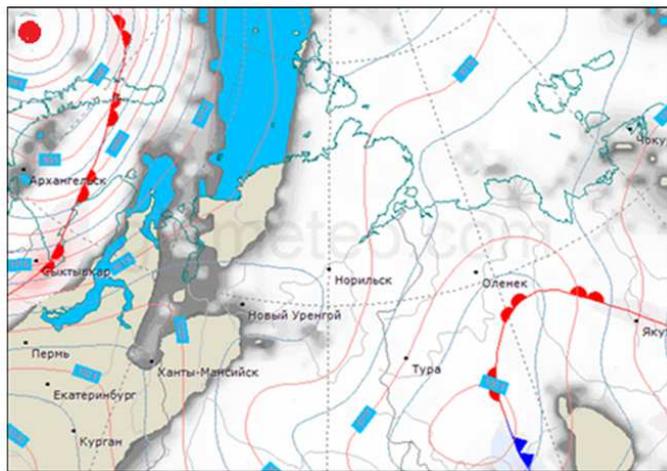


Рис. 2. Карта облачности и фронтов Сибири. Циклон в районе Баренцева моря (красная точка слева сверху) 11.10. 2013.

На рис. 2 показана карта облачности и фронтов Сибири. Циклоны из района Баренцева моря (на рис. 2 слева сверху), как правило, дрейфовали на восток (рис. 3) иногда со смещением на юг. На рис. 3 разноцветными точками показано появление и перемещение несколько циклонов, регистрируемых нашим ШГ в Новосибирске (красный кружок внизу карты). Если измерения проводились нами дважды в день, утром и вечером, то после соответствующего дня цифра дополнялась обозначением (') или (") означающими “утро” и “вечер”, соответственно. Цифры рядом с точкой на карте показывают номер отсчета.

В мае 2014 мы следили за перемещениями двух одновременно возникших циклонов, которые первое время одновременно перемещались на восток в Карском море (голубой) и море Лаптевых (зеленый). Затем характер дрейфа у них изменился, и если голубой, возникшая в очередной раз, двигался на юг, то зеленый продолжал перемещаться к востоку, в море Лаптевых. Иногда на синоптической карте выделить циклон было невозможно, но высота кристаллов оставалась значительной. Оценить, какой из циклонов определял уровень роста кристаллов в колбе, было невозможно. Очевидным был только наличие циклона, дрейфующего в морях Северного Ледовитого океана.

Наблюдения за циклонами на севере Сибири были начаты нами в мае 2013 г. Приведем несколько наших ранних наблюдений. Все они показали, что увеличение уровня кристаллов в ШГ возникает только в том случае, когда циклон проходит через северные моря. Если циклон возникал на суше, какие бы мощные и длительные осадки он в Новосибирске не вызывал, никаких изменений в ШГ не обнаруживалось.

Циклон в октябре 2013 (желтая точка) в первые четыре дня после своего возникновения менял местоположение и не вызывал особого повышения уровня кристаллов в нашем ШГ. Затем он достиг Баренцева моря и далее перемещался на юг, что сопровождалось ростом кристаллов. Кратковременный рост кристаллов наблюдался 8.11.2013. В этот день действительно образовался циклон (коричневая точка), который исчез на следующий день, и кристаллы растворились. В августе 2013 мы наблюдали заметное повышение уровня кристаллов в ШГ в течение 4-х дней. На метеорологических картах можно обнаружить циклон, который перемещался на север. Его поведение отличалось от других наблюдаемых нами циклонов.

## V. Что и как “ИЗМЕРЯЕТ” ШГ?

Анализ всей доступной авторам литературы, а также собственный опыт, полученный нами в период ознакомления с ШГ, показывает, что “погоду он не предсказывает”. Что же он “измеряет”? Конечно, если ШГ нагреть, то белый осадок на дне колбы растворится, если заморозить, то вся колба будет заполнена белыми кристаллами. Поэтому, как и практически у всех наблюдателей за ШГ, наша колба установлена в комнате, где температура практически постоянная, и прямые солнечные лучи на колбу не попадают.

Возникает резонный вопрос, почему этот “прибор” привлекает к себе повышенное внимание ученых различных стран? Значит в этом что-то не так просто. Мы убедились в этом сами, наблюдая за поведением ШГ на Камчатке в 2004-2006 г. Он, как отмечалось выше, довольно четко и однозначно фиксировал приближение циклонов к полуострову Камчатка, причем, циклоны приходили всегда с океана, со стороны Японии и Сахалина. Циклоны с азиатского материка наша колба не фиксировала. Наконец, наблюдения, проводимые нами в Новосибирске в 2013-2014, показали, что из всех циклонов, приходящих в Западную Сибирь, ШГ регистрирует только те, которые зарождаются над Северным Ледовитым океаном.

При построении грубой феноменологической модели ШГ ограничимся пока попыткой найти объяснение только одного факта: ШГ – это прибор, в котором на процесс кристаллизации камфоры из раствора в колбе оказывает внешнее влияние кристаллизация переохлажденной воды полярного циклона. В такой постановке мы обязаны ответить на принципиальный вопрос, каким образом могут влиять процессы кристаллизации огромных масс переохлажденной воды циклона на небольшую стеклянную колбу с раствором камфоры,

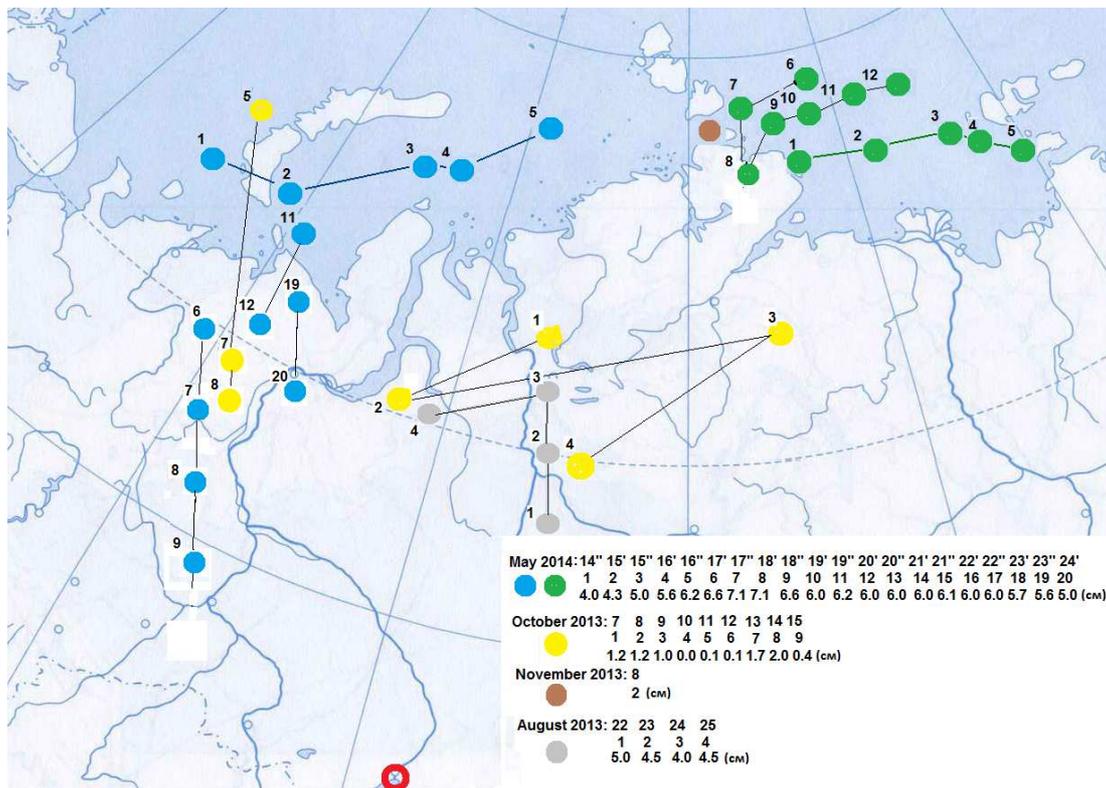


Рис. 3. Положения циклонов (точки), дрейфующих по Сибири со стороны северных морей: Баренцева и Карского. Цифры около точек - см. номера в легенде. Красный кружок – местоположение ШГ (Новосибирск).

находящуюся в нескольких тысячах километров от циклона?

В связи с рассматриваемой нами проблемой отметим, что некоторая общность (похожесть) кристаллов льда и камфоры заинтересовала физиков ещё в 1856. Авторы статей [6], [7] отмечают, что шестиугольные снежинки при кристаллизации камфоры не получаются, зато древовидные структуры льда (типа папоротников) на стекле очень напоминают кристаллы камфоры. В этих работах предполагается, что дело в том, что кристаллизация воды происходит значительно быстрее, чем камфоры.

Можно ли найти объяснение “взаимодействия” между ШГ и циклоном? Попробуем рассмотреть такую схему. Известно, что кристаллизация льда в облаке приводит к генерации звукового и электромагнитного излучения [8], [9], [10]. Электромагнитное излучение может распространиться на огромное расстояние, достичь ШГ и оказать влияние на кристаллизацию камфоры. Но это тупиковый путь, т.к. все попытки активного воздействия на ШГ как наши, так и предшественников, окончились неудачей. Необходимо найти абсолютно свежее решение. Похоже, что такое решение, в принципе, имеется.

В последние годы зарубежные физики развивают принципиально новое направление исследований, целью которых является решение вопроса о возможной связи микроявлений, описываемыми квантовой механикой, с макроявлениями физики классической. При-

нято, что квантовые эффекты присущи элементарным частицам или наблюдаются в среде, охлажденной до гелиевых температур. Известно [11], что элементарные частицы могут находиться в квантово-сцепленном (квантово-запутанном) состоянии, причем эта сцепленность сохраняется, как бы далеко друг от друга не разносились частицы. По-видимому, для возникновения квантовой сцепленности между ШГ и облаком с переохлажденной водой необходим “контакт” между этими объектами. Возможно, что время после их изготовления, в течение которого наши колбы “молчали”, они использовали для возникновения такого “контакта”, который вызвал явление квантовой сцепленности, связывающей ШГ с циклоном.

Для такой связи не существует предельных расстояний, и не нужна материальная среда для реализации сцепленности. Например, нет необходимости наличия электромагнитного поля (э/м) для связи между частицами, естественно, нет и ограничений по скорости света и т.п. Классический пример квантовой сцепленности – это хорошо известный в квантовой механике парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР-парадокс). Суть его состоит в том, что два фотона, возникшие одновременно в одном источнике, обладают единым для двух (и более) фотонов квантовым состоянием. Как бы далеко они ни разошлись друг с другом, они остаются идентичными. В конечном счете, квантовая механика позволяет частицам “знать” о состоянии друг друга без участия прямого “сенсорного” канала связи между

ними (такого, например, как электромагнитное поле, акустика, гравитация и т.п.).

Можно привести другой пример такой сцепленности. Представьте себе, что два человека, находящиеся друг от друга на значительном расстоянии (его размер здесь не играет никакой роли), находятся в состоянии квантовой сцепленности (запутанности). Так вот, пока они в нем находятся, они будут, не договариваясь друг с другом, совершать совершенно одинаковые действия. И, более того, с ними будут происходить одни и те же события (до тех пор, пока мы не захотим измерить параметры одного из этих людей, ибо вмешательство наблюдателя всегда разрушает состояние запутанности).

Традиционно считается, что состояние квантовой запутанности свойственно лишь объектам микромира – таким, как элементарные частицы. Это состояние используется учеными в экспериментах, самым известным [11] из которых является квантовая телепортация (попытка установить канал связи через взаимодействие запутанных частиц). О том, могут ли объекты макромира пребывать в таком состоянии, до сих пор известно очень и очень мало, хотя некоторые опыты [11] доказали, что при определенных условиях – могут.

В настоящее время экспериментально показано, что квантовая сцепленность возникает не только между фотонами. Подтверждено, что она может возникнуть между протонами, входящими в состав водородных связей [11], [12]. В работах автора (ВВК) идея сцепленности протонов водородных связей позволяет найти объяснение таким проблемам как физика землетрясения, физика шаровой молнии, темной молнии и др. (работы автора на сайте: [www.vvkuz.ru](http://www.vvkuz.ru)). Заметим, что физика землетрясения в работах автора строится на модели ударной волны, которая рождается в глубинах земли и, выходя на её поверхность, приводит ко всем регистрируемым в эпицентре землетрясения т.н. сильным движениям. Возникновение собственно ударной волны автор связывает со структурным фазовым переходом именно на протонах водородных связей. Воспользуемся этим подходом для решения нашей задачи.

Известно, что и переохлажденная вода циклона, и камфора в водноспиртовом растворе в колбе Фипроя при комнатной температуре обладают водородными связями (ВС) [13]. На рис. 4 приведены для сравнения структуры комплексов переохлажденной воды (слева) и камфоры (справа). Здесь же приведена химическая формула камфоры (в центре) и объединение камфоры в комплекс путем реализации водородных связей (справа, красным цветом отмечены атомы кислорода). Конечно, наблюдаемой “похожести” комплексов переохлажденной воды и камфоры явно недостаточно для того, чтобы можно было утверждать, что квантовые состояния или, как принято говорить в квантовой механике, волновые функции этих частиц (протонов, например) идентичны. Пока это предположение, которое требует доказательства. Тем не менее, в его рамках

мы можем допустить, что процессы кристаллизации камфоры в ШГ каким-то не совсем ясным способом активизируются за счет многочастичной квантовой сцепленности (запутанности). Многочастичная квантовая запутанность (МКЗ) все чаще и чаще привлекается при попытке найти объяснение известным в макрофизике явлениям, не получившим объяснения в классической физике [11]. Более того, именно МКЗ используется при построении современного квантового компьютера. Иначе, МКЗ – это не фантазия некоторых физиков. Так, автором J. Sonner недавно была высказана идея о том, что гравитация – это не что иное, как квантовая запутанность кварков [14].

Физики привыкли называть процессы и явления синхронизма больших объемов среды её кооперативностью. Известно [11], [12], что таким качеством обладают вещества, в составе которых имеются водородные связи. Однако вскрыть физику кооперативности удастся далеко не во всех встречающихся ситуациях. Может оказаться так, что именно МКЗ – ключ к решению задач кооперативности. В этом плане синхронность увеличения количества кристаллов в ШГ и кристаллизация воды в полярном циклоне, говоря современным языком физики, – кооперативные явления.

Таким образом, предположение о том, что участие квантовых эффектов в процессе обнаружения ШГ наличия квантово запутанного облака циклона, состоящего из переохлажденной воды, – это пока единственный путь решения проблемы. По крайней мере, при современном состоянии физики. Конечно, физики пока хорошо не понимают механизма запутывания, т.е. как реализуется квантовая когерентность и последующая декогеренция системы многих частиц. Но эта проблема должна быть решена в ближайшем будущем. Основанием к такому утверждению служит то обстоятельство, что на принципах МКЗ создается современный квантовый компьютер. Многие серьезные университеты мира, озадаченные этой мировой проблемой, создали у себя для её решения Квантовые Центры.

**Алгоритм квантовой запутанности профессора Д. Дойча (2014) [15].** Британский физик Дэвид Дойч – один из основоположников теории квантовых вычислений и философ, стремящийся осмыслить “вечные вопросы” человечества в контексте, заданном развитием науки. Профессор Дойч в своей книге [15] очень убедительно обосновал подход к решению многих задач физики, не получивших до сих пор разумного решения. Этот подход я назвал многочастичной квантовой запутанностью. Он называет его многомировой интерпретацией квантовой теории. Суть этих подходов, на мой взгляд, очень близка. Дойч уверен в правоте своего подхода, но оговаривает то обстоятельство, что пока такое видение квантовой механики разделяет меньшинство физиков-теоретиков.

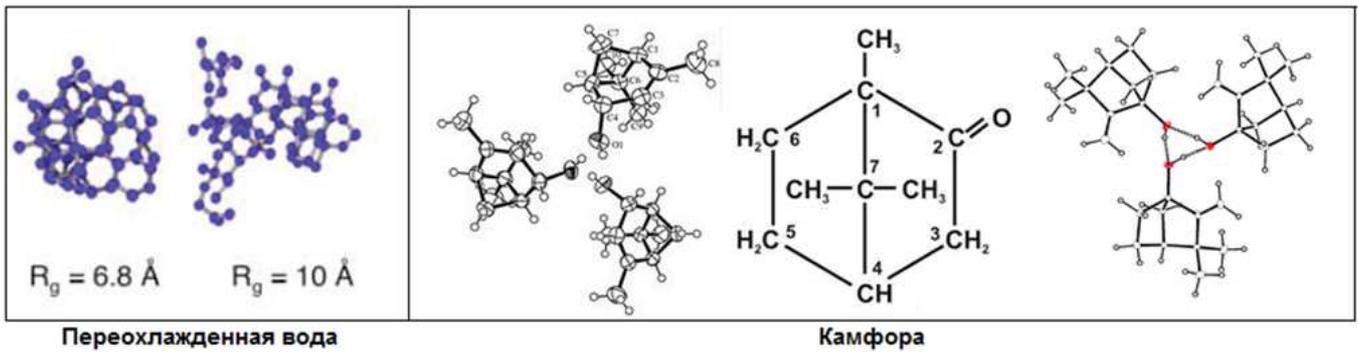


Рис. 4. Структуры комплексов из переохлажденной воды и кристаллической камфоры.

## VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение сошлемся на мнение одного из ведущих в мире специалистов по квантовой запутанности Влатко Вездра [16], который полагает, что ещё недавно квантовое запутывание традиционно считалось принадлежностью только микроскопических объектов. Это явление бросало вызов объяснению, основанному, как считается, на здравом смысле. Теперь квантовое запутывание признано повсеместно и считается надёжно установленным фактом. С пониманием того, что квантовая запутанность может произойти и в макроскопических системах, а также с развитием экспериментов, направленных на использование этого эффекта, возникают новые возможности, необходимые для определения степени запутанности макроструктур.

Принципиальное отличие МКЗ между ШГ и полярным циклоном от известных опытов [11] состоит в том, что в привычном опыте квантовое запутывание двух или более объектов достигается специальными методами воздействия на них (например, радиацией). Квантовое запутывание протонов водородных связей камфоры происходит во время предполагаемого “контакта” ШГ с облаком, в котором происходит интенсивная кристаллизация переохлажденной воды. Квантовое запутывание протонов переохлажденной воды циклона реализуется при охлаждении воды циклона в полярных регионах Земли. Реализация этой идеи может внести

существенный вклад в понимание явления квантового запутывания, если удастся проследить и выявить то природное явление, после которого колба Фицроя начнет реагировать на циклоны, либо на землетрясения, либо на какое-то другое природное явление. Особый интерес вызывает возможность переноса ШГ, уже начавшего “работать”, в другой регион, например, как это было сделано нами по воле судьбы, из Сибири на Камчатку и т.п.

Эти моменты открывают принципиально новые возможности МКЗ. Речь идет о создании приборов, подобных ШГ, регистрирующих эффект квантового запутывания геофизической среды. Например, как это было продемонстрировано в работе [5], когда ШГ зарегистрировал изменение высоты кристаллов камфоры во время сильного алтайского землетрясения 2003 г. Если это действительно так, то этот “странный” прибор, называемый штормглас, может оказаться реальным регистратором квантовой запутанности сред, происходящей и в природе, и в лаборатории.

Сделаем еще одно важное замечание, следующее из книги Дойча. Отличие квантовой механики от классической детерминированной физики состоит в том, что квантовая механика базируется на вероятностном подходе. Это приводит к тому, что если мы будем строго повторять опыт, не меняя условий его проведения, то можем не получить одинаковых результатов. Запутанность может возникнуть, а может и не возник-

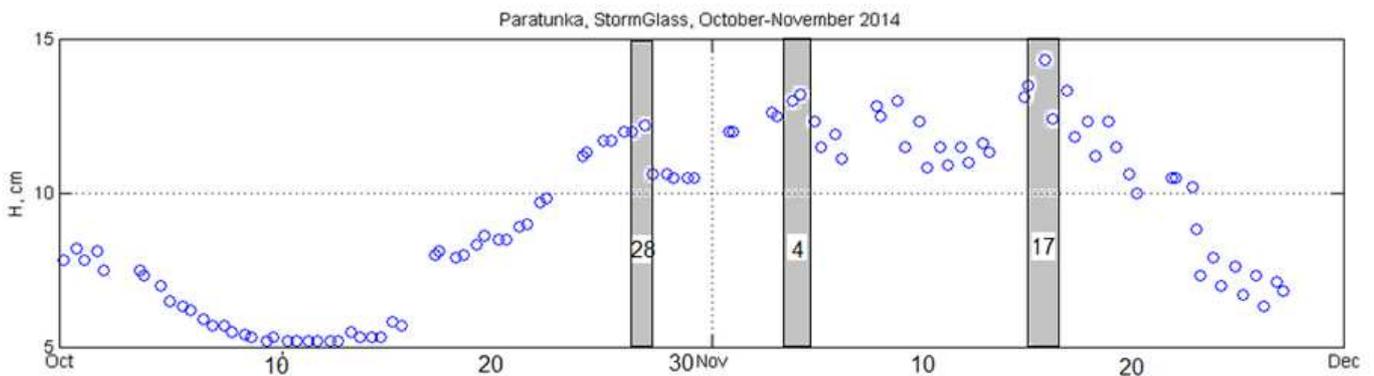


Рис. 5. Наблюдения за ШГ на Камчатке в ноябре – декабре 2014 и три циклона на Камчатке.

нуть. В качестве примера хочу привести такой случай. Известно, что атмосферное электрическое поле (АЭП) меняется перед землетрясением. Единственное объяснение этого, по-видимому, тоже связано с квантовой запутанностью. Перед сильнейшим землетрясением на Суматре в декабре 2004 г. очень заметные изменения в АЭП наблюдались в Италии [17]. Нам не удалось найти аналогичные изменения в АЭП на других обсерваториях, в частности, на Камчатке, которая значительно ближе к эпицентру этого землетрясения. Этот пример подкрепляет предположение, что измерения ШГ носят вероятностный характер, а физика такого “измерения”, скорее всего, находится в области квантовой механики. Вероятно, именно в этом суть того, что до сих пор не найдена очевидная причина объяснения поведения ШГ.

Авторы благодарны С.Ю. Хомутову за продолжение наблюдений за ШГ на обсерватории “Паратунка” на Камчатке (рис. 5).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Жвирблис В.Е. Что такое штормгласс. *Химия и жизнь*, (6):73–76, 1979.
- [2] Kaempfe P., Molt K., Epple M. Sturm in Wetterglas. Admiral Fitzroys legendäres Sturmglass. *Chem. Unserer Zeit.*, 46(1):26–31, 2012.
- [3] Владимирский Б.М. Загадочный штормгласс и погода – земная и космическая. *Пространство и Время*, 12(2):173–182, 2013.
- [4] Tanaka Y., Hagano R., Kuno T., Nagashima K. Pattern formation of crystals in storm glass. *Journal of Crystal Growth*, 310(10):2668–2672, 2008.
- [5] Гвоздарев А.Ю. Реакция штормгласса на сейсмические события. Алтайское землетрясение: Труды конф., Горно-Алтайск: 148–150, 2004.
- [6] Glaisher J. Further observations on the similarity of forms observed between snow crystals and those of camphor. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 1(15):203–205, 1856.
- [7] Spencer J. On the similarity of form observed in snow crystals as compared with those of camphor under certain conditions of crystallization. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 1(15):201–203, 1856.
- [8] Желтов М.А., Золотов А.Е., Скворцов В.В., Шибков А.А. Электромагнитный in situ мониторинг неравновесной кристаллизации льда в переохлажденной воде. [www.biophys.ru/archive/congress2009/abs-p53.pdf](http://www.biophys.ru/archive/congress2009/abs-p53.pdf).
- [9] Кузнецов Д.М., Смирнов А.Н., Сыроешкин А.В. Акустическая эмиссия при фазовых превращениях в водной среде. *Рос. Хим. Ж.*, 52(1):114–121, 2008.
- [10] Кузнецов Д.М., Смирнов А.Н., Сыроешкин А.В. Генерация акустических колебаний в химических реакциях и физико-химических процессах. *Рос. Хим. Ж.*, XLV(1):29–35, 2001.
- [11] Кузнецов В.В. Многочастичная квантовая запутанность – “прорывное” направление в науке. *Квантовая Магия*, 8(1):1101–1119, 2011.
- [12] Allan D.R., Marshall W.G., Pulham C.R. The high-pressure crystal structure of potassium hydrogen carbonate (KHCO<sub>3</sub>). *American Mineralogist*, 92:1018–1025, 2007.
- [13] Fraile A. G., Morris D. G., Martinez A. G., et al. Self-recognition and hydrogen bonding by polycyclic bridgehead monoalcohols. *Org. Biomol. Chem.*, 1(4):700–704, 2003.
- [14] Sonner J. Holographic Schwinger Effect and the Geometry of Entanglement. *Phys. Rev. Lett.*, 111(21):211603, 2013.
- [15] Дойч Д. *Начало бесконечности. Объяснения, которые меняют мир*. Viking, М., 2014.
- [16] Vedral V. Progress Article Quantifying entanglement in macroscopic systems. *Nature*, 453(7198):1004–1007, 2008.
- [17] Roder H., Braun T., Schuhmann W. et al. Great Sumatra earthquake registers on electrostatic sensor. *EOS. Trans. AGU*, 86(45):445–460, 2005.