

ТРИ ТИПА ИЗМЕНЧИВОСТИ ХОДА РАЗЛИЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

Доклад на семинаре по темпорологии в МГУ 28.11.2006

Наиболее зримым проявлением времени являются *изменения* в окружающем нас Мире. Изучение свойств времени – это, прежде всего, исследование хода процессов, происходящих в различных системах. Изменения могут происходить закономерно: монотонно или с ритмическими повторениями, а могут быть и хаотичными. В некоторых процессах, например в движении небесных тел, преобладают закономерные изменения. В других процессах преобладает хаотичность. Примеры хаотичности - распад радиоактивных ядер и шум электронных устройств (Рис.1).



Рис. 1. Скорость счета бета-частиц ^{60}Co , измеренная счетчиком Гейгера (последовательные 5-минутные измерения) и амплитуда шума транзистора в области инфранизких частот

Обычно в процессах есть и закономерные изменения, и хаотичность. Например, число частиц, испускаемых в единицу времени радиоактивным источником, хаотично меняется, но среднее значение меняется закономерно, снижаясь по экспоненте (рис. 2). В таких случаях говорят о флуктуациях около среднего значения. А сами эти флуктуации тоже закономерны, но закономерны статистически, вероятно. Четкостью изменений обладают лишь системы, состоящие из небольшого числа элементов с простым законом взаимодействия.

Изучение изменчивости процессов является мощным инструментом познания. Например, исследование ритмики движения планет позволило не только понять устройство Солнечной системы, но и открыть закон Всемирного тяготения. А отклонения от «правильного» движения небесных тел позволяют обнаруживать объекты, не видимые в телескоп. Всем известно, что таким путем была открыта планета Нептун, а позднее в галактиках и скоплениях галактик была обнаружена скрытая масса, или, как ее стали называть в последнее время, «темная материя».

В разнообразных геофизических, физико-химических, биологических, биосферных и социальных процессах проявляются ритмы, периоды которых совпадают с периодами космических явлений, такими как солнечная активность, изменение взаимного положения небесных тел, и даже движение Солнечной системы в Галактике [1]. Работами в этом направлении занималось множество исследователей, среди которых такие всем известные ученые, как Вернадский, Чижевский, Пикарди, Шноль.

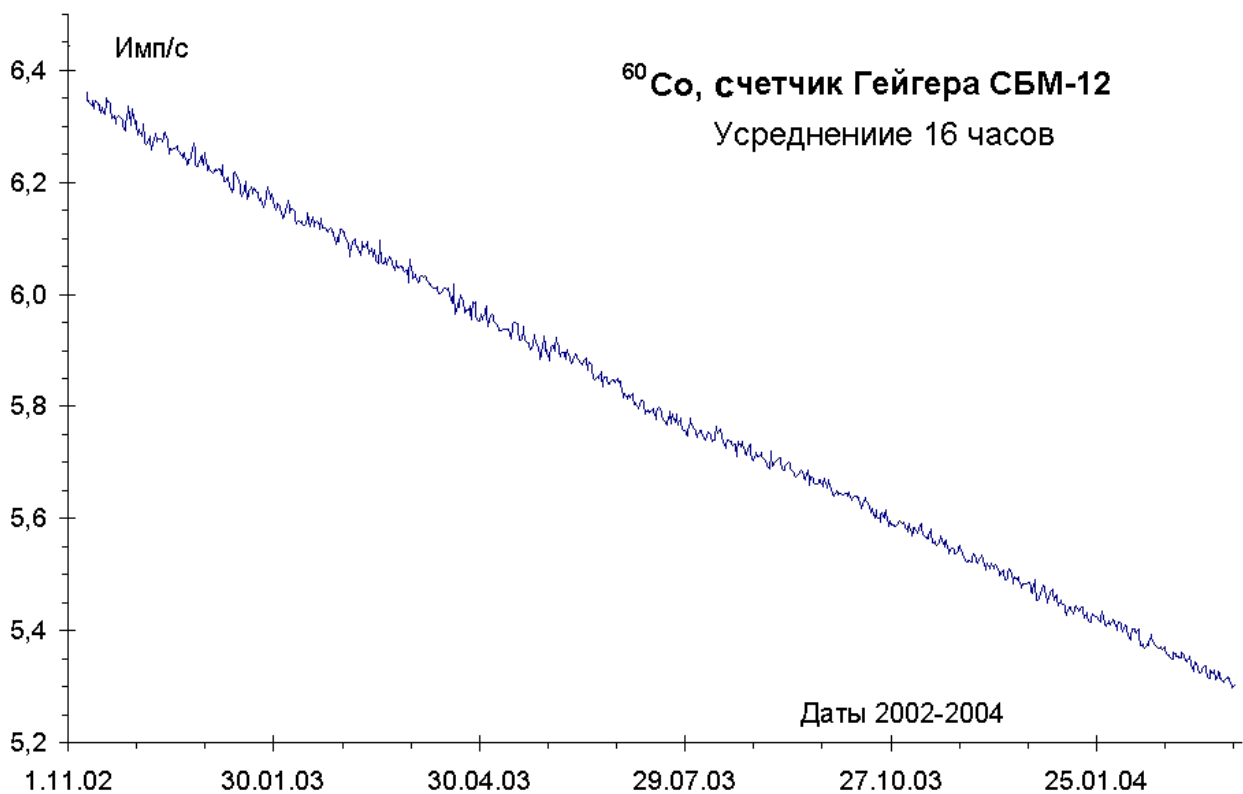


Рис. 2. Снижение активности ^{60}Co с периодом полураспада 5,27 лет

В наше время нет нужды доказывать *наличие* тесной связи земных и космических явлений. Но *объяснение* космоземных связей далеко от совершенства. Например, неизвестность механизмов влияния на земные процессы взаимного положения Земли, Луны и Солнца, кроме приливных, делает непонятным целый ряд явлений, например лунно-месячную ритмику интенсивности низкочастотного шума в полупроводниках, флуктуаций скорости химических и биохимических реакций и даже скорости радиоактивного распада. Об этой удивительной ритмике я расскажу позже. Отчасти понятными являются только физические механизмы влияния на геофизические процессы *солнечной активности*. Солнечно-земные связи реализуются через сложную цепь взаимосвязанных явлений в межпланетном и околоземном пространстве [1,7]. Помимо солнечного тепла и света значительную роль играют ультрафиолетовое и рентгеновское излучение, солнечный ветер и солнечные космические лучи. Считается, что изменения хода процессов в разнообразных земных объектах являются реакцией на изменение геофизической обстановки, хотя вопрос о механизмах такого влияния остается открытым.

К настоящему времени проведено множество разнообразных исследований хода процессов в различных объектах. Этот обширный материал, прежде всего, требует систематизации, чему, в основном, и посвящен доклад. Я постараюсь обосновать деление изменчивости хода процессов на три типа. Первый тип характерен для процессов, происходящих в физико-химических, биологических и иных системах с множеством взаимосвязанных элементов. Второй тип характерен для процессов в системах, состоящих из множества *независимых* элементов (например, ядер в радиоактивном веществе). Третий тип - изменение *распределений значений*, получаемых при многократных измерениях.

Фликкер-шум как проявление коллективизма в сложных системах

Итак, изменчивость первого типа является результатом процессов, происходящих в системах, состоящих из большого числа взаимодействующих элементов, способных накапливать и высвобождать энергию. Ход процессов в таких системах имеет хаотичный, всплесковый характер и самоподобен (или, по заграничному, фрактален) на очень разных разворотах во времени (Рис.3).

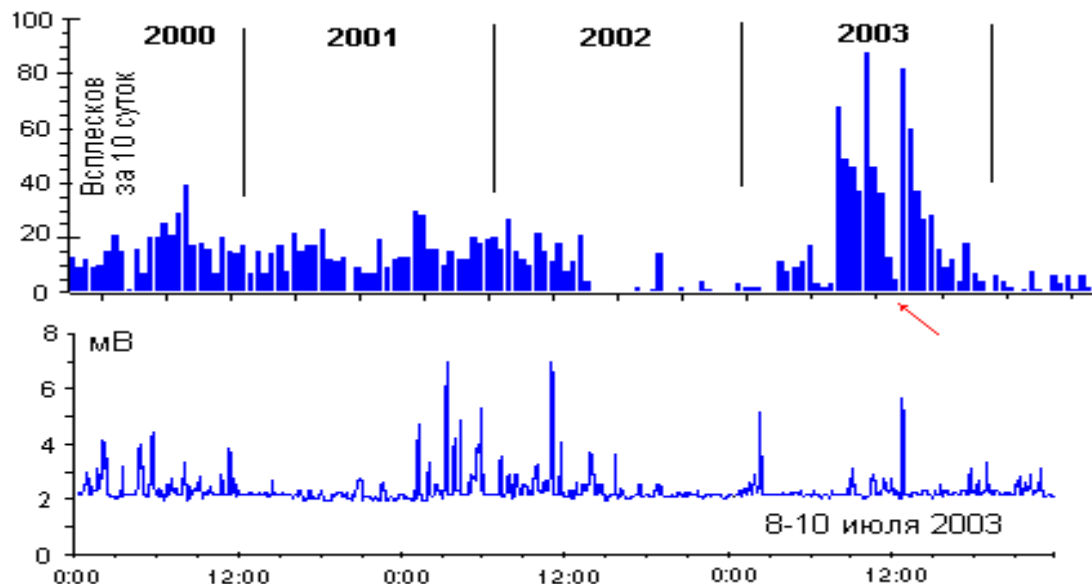


Рис. 3. Инфранизкочастотный шум транзистора П701А на протяжении 3 суток (внизу) и 4 лет (вверху). Стрелка показывает расположение нижнего фрагмента в длительной записи

На рис.3 показано поведение инфранизкочастотного шума транзистора на протяжении 3 суток и 4 лет [2,3]. Несмотря на очень разный масштаб времени, характер изменчивости амплитуды одинаков: всплески различной амплитуды, хаотично распределенные во времени.

Объекты, в которых возникают флуктуации такого типа, весьма разнообразны. Это и недра Земли с землетрясениями, и горные массивы с камнепадами и снежными лавинами, и атмосфера с множеством происходящих в ней процессов, и Солнце с его активностью. Такие же флуктуации характерны и для параметров, характеризующих ход процессов в ряде физико-химических систем и в живых организмах. Подобным же образом флуктуирует число особей в популяциях и социальная активность в человеческом сообществе [13]. Такие же флуктуации – фликкер-шум - преобладают и у электронных приборов в области низких частот. В последние годы фликкер-шумом часто называют флуктуации такого типа не только в электронных, но и в любых системах.

Для процессов в таких системах характерен спектр типа $1/f$, имеющий вид прямой линии в двойном логарифмическом масштабе (рис.4,5). Зависимость $1/f$ можно понимать так: вероятность событий в единицу времени обратно пропорциональна их «силе». Отсюда другое распространенное название этого явления : $1/f$ – шум.

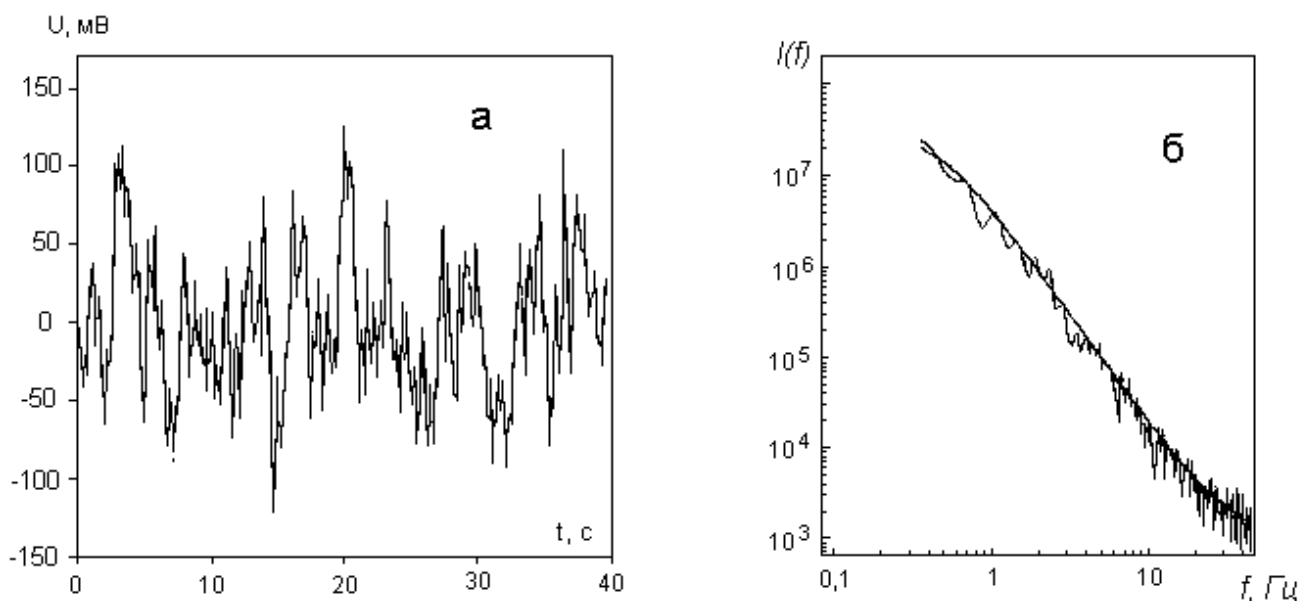


Рис. 4. Изменение разности потенциалов на электрохимической ячейке с катионообменной мембраной (слева) и спектр мощности этого процесса (справа) (С.Ф.Тимашев и др. [6])

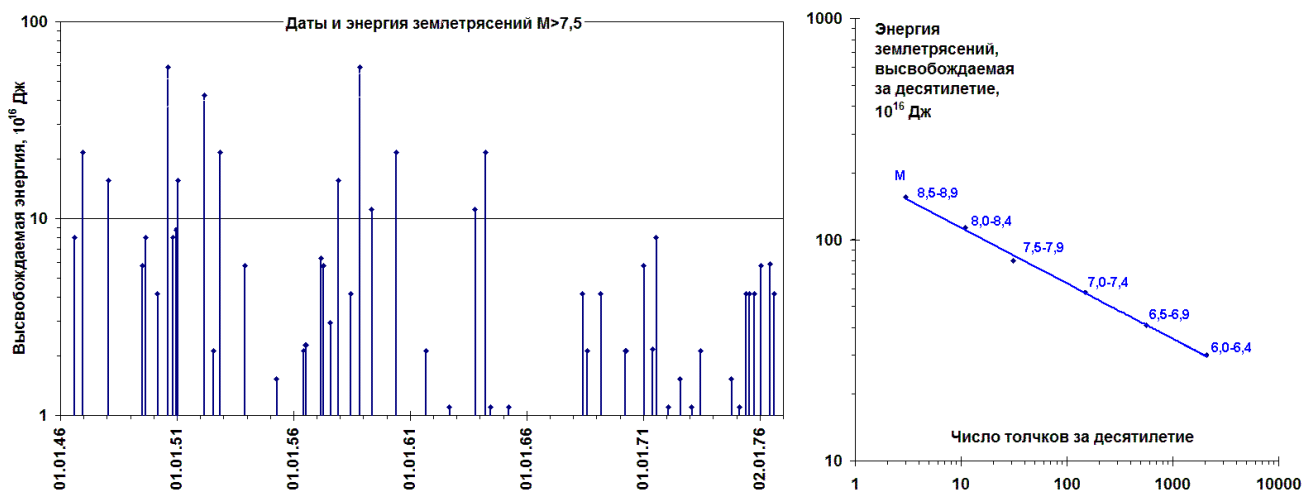


Рис. 5. Даты и энергия землетрясений с магнитудой больше 7,5 (слева) и связь числа толчков с высвобождаемой энергией (справа) [21].

В свое время я столкнулся с фликкер-шумом в электронных усилителях. Он проявлял себя неустрашимыми непредсказуемыми помехами при регистрации слабых сигналов. Я стал изучать это явление, делая продолжительные записи сигналов самописцем, а потом при помощи компьютера. Эти записи были проанализированы при помощи различных методик. Но важно не только понять умом, но «прочувствовать» явление, воспринять его непосредственно органами чувств. Если это шум, так услышать его ушами. Трудность в том, что для фликкер-шума в полупроводниках характерны частоты ниже 1 герца, а слышим мы звуки с частотами значительно более высокими. Чтобы преодолеть эту нестыковку, я подал фликкер-шум МОП-транзистора на вход магнитофона, переделанного так, чтобы лента двигалась в десять тысяч раз медленнее, чем обычно, и сделал запись продолжительностью в неделю. Потом я «прокрутил» ленту с обычной скоростью, в результате недельная запись проскочила за несколько минут. Инфранизкочастотный сигнал преобразовался в слышимый, и я услышал звук, очень похожий на звук горящего костра с завыванием пламени, треском лопающихся поленьев и даже шипением испаряющихся капель воды. Процессы в полупроводниках и горение костра – очень разные явления. Но, оказывается, внешние проявления похожи, разница только в скорости. Стало быть, сущность фликкер-шума не в конкретных физических механизмах, а в чем-то более общем.

Подходы к объяснению явлений, происходящих в сложных системах с взаимодействующими элементами, дает теория самоорганизованной критичности и синергетика [9,10]. Но чтобы получить представление, что же происходит в этих системах, нет необходимости лезть в теоретические дебри. Достаточно знать, что эта система содержит огромное число разнообразных элементов, и эти элементы активны: они накапливают энергию и высвобождают ее при достижении некоторого порога или в результате воздействия других элементов. Такие системы живут своей *внутренней* жизнью, но могут обладать и высокой чувствительностью к *внешним* воздействиям, поскольку часть элементов находится в предпороговом состоянии, когда достаточно небольшого толчка, чтобы накопленная энергия высвободилась. Когда этот слабый толчок происходит, множество предпороговых элементов высвобождают свою энергию одновременно, и энерговыделение в системе многократно превосходит обычное. Усиленное энерговыделение может стимулировать сброс энергии у элементов, более удаленных от порога, что лавинообразно увеличивает величину эффекта.

Лавинообразное энерговыделение происходит, если система до воздействия смогла "наполнить" свои резервуары, т.е. достаточно долго была без ощутимых внешних воздействий. При наличии же внешних достаточно сильных и частых воздействий сброс энергии элементами происходит далеко от порога, и коллективного высвобождения энергии, охватывающего *всю* систему или значительную ее часть, происходить не может.

Чтобы это лучше понять, представим себе горный склон со всеми его выступами, ямами и шероховатостями, на который падает снег. В некоторых местах склон крут и гладок, снег здесь, почти не накапливаясь, соскальзывает вниз. В других местах снег удерживается на склоне более крепко, и прежде чем посыпаться вниз, должен накопиться слой снега некоторой критической толщины. В тех местах, где снег удерживается особенно прочно, постепенно накапливается особенно много снега. Очень долго там тихо и спокойно, но в некоторый момент вся накопившаяся махина лавиной сползает вниз, сметая все на своем пути.

Представим себе человека, сидящего около этого горного склона и слушающего доносящиеся до него звуки. Он будет довольно часто слышать шорох снега, сползающего с крутых склонов, иногда он будет слышать удары комьев снега, упавшего из мест, где он может удерживаться более или менее продолжительное время. А если слушатель будет находиться около горного склона достаточно долго, он имеет шанс услышать грохот снежной лавины. Слабые звуки слышны часто, сильные - реже, очень сильные - совсем редко. Это и есть зависимость энергии событий от частоты типа $1/f$.

Теперь подвергнем наш горный склон какому-нибудь воздействию, например выстрелим из ружья. В некоторых местах, там, где толщина накопившегося снега близка к критической, начнется сползание снега. Одновременность событий, которые без внешнего воздействия были бы "размазаны" во времени, приведет к тому, что некоторое время после воздействия будет слышен звук сползающего снега более сильный, чем обычно. А после этого, напротив, некоторое время будет тише, чем обычно, так как "околокритический" снег стряхнулся и тех событий, которые без воздействия произошли бы спонтанно, уже в ближайшее время не будет.

Повторное воздействие такой же силы, сделанное сразу после первого, не вызовет отклика, так как всё, что могло бы стряхнуться, уже сброшено первым воздействием. И только после того, как в результате выпадения снега из облаков околокритические уровни восстановятся, отклик на воздействие опять станет возможным.

Сравним теперь эффекты от воздействий разной силы, например от выстрела из ружья и выстрела из пушки. Выстрел из ружья вызовет сползание снега лишь с крутых и гладких склонов, там, где и без того много снега удерживаться не может. Поэтому восстановление околокритических условий и высокой чувствительности к воздействиям после слабого воздействия происходит быстро. Выстрел же из пушки оголит весь склон, и восстановление снежного покрова потребует значительного времени. Очень долго после этого мы можем стрелять хоть из ружья, хоть из пушки, не получая ответной реакции.

Эти рассуждения показывают, каким образом одна и та же система может быть и высоко и мало чувствительной к внешним воздействиям, причем при отсутствии сильных воздействий она автоматически становится чувствительной к воздействиям слабым.

Такие системы обладают парадоксальными свойствами, изумляющими многих экспериментаторов: сильным откликом на слабые и редкие воздействия и малозаметным откликом на сильные и частые воздействия, возрастанием отчетливости отклика на *необычные* воздействия при увеличении качества изоляции от воздействий обычного типа. С этими свойствами и связана способность экранированных систем, генерирующих фликкер-шум, откликаться на космические и иные воздействия, в том числе воздействия невыясненной природы.

Под "энергией" можно подразумевать все, что способно накапливаться и высвобождаться. Это и носители заряда, захватываемые дефектами кристаллической решетки в полупроводниках, и снег на горных склонах, порождающий лавины, и изменения в литосфере, приводящие к землетрясениям, и многое другое, в том числе, напряженность в человеческом сообществе.

От умозрительных рассуждений перейдем, наконец, к конкретным исследованиям. Вот, например, сигнал от полупроводникового источника фликкер-шума. На первый взгляд, полная хаотичность (рис.3). Но ведь, как мы видели, процессы в таких системах должны быть чувствительными к внешним воздействиям. Если воздействие ритмично, в хаосе фликкер-шума должна присутствовать некоторая ритмичность, сопоставляя которую с известными периодами изменения внешних факторов, можно понять, на какое именно воздействие система откликается.

Для выявления ритмичности заманчиво использовать спектральный анализ, основанный на преобразовании Фурье, суть которого состоит в представлении сигнала суммой синусоид.

Но применение этого анализа к фликкер-шуму далеко не всегда приводит к успеху и часто лишь подтверждает наличие спектра типа $1/f$, не выявляя достоверно выделяющихся частот (или периодов) (рис.4). Это не удивительно: фурье-анализ по самой своей сути предназначен для выявления из сигналов гармонических составляющих, т.е. имеющих неизменную амплитуду, частоту и фазу. Флуктуации в системах с фликкер-шумом совсем иные. Их отклик даже на одинаковые внешние воздействия неоднозначен (он зависит как от предыстории внешних воздействий, так и от хода процессов внутри системы). В результате "сигнал", возникающий в такой системе, не обладает свойствами, необходимыми для корректного применения фурье-анализа. Своеобразие процессов типа фликкер-шума заключается в том, что их ритмика состоит не в закономерных более или менее одинаковых изменениях, а в случайных изменениях, происходящих с закономерно меняющейся во времени вероятностью.

Подходящим методом анализа в этом случае является метод наложения эпох. Это разновидность метода, известного в радиотехнике под названием «синхронное детектирование». Он широко применяется для выделения полезного сигнала из шума. Суть наложения эпох состоит в следующем. Предположим, что в шуме присутствует ритмичность, соответствующая некоторому известному ритму, например, ритму солнечной активности. Выделяем в этом ритме характерные моменты, например, времена минимумов солнечной активности. «Нарезаем» запись анализируемого сигнала на одинаковые кусочки, определенным образом сфазированные относительно избранных моментов времени. Например, так, чтобы минимумы солнечной активности были в середине кусочков. Совмещаем все эти кусочки сигнала и усредняем. При этом все изменения, случайно расположенные относительно выделенных моментов, взаимно погашаются. Если в сигнале присутствуют изменения, происходящие сходным образом относительно выделенных моментов, по мере увеличения числа усредняемых циклов они обнаруживаются все более достоверно.

Хорошо радистам – они могут за секунду накопить и усреднить тысячи и миллионы циклов, что позволяет выделять сигналы, ничтожно малые по сравнению с шумами. Но нас интересуют космические ритмы, измеряемые сутками, месяцами, годами, и накопление достаточного числа циклов требует многомесечной и многолетней непрерывной регистрации. И это было сделано, вначале с применением самописцев, а потом с использованием компьютера. О некоторых полученных результатах я расскажу.

Результат применения метода наложенных эпох к фликкер-шуму транзистора показан на рис. 6 [2].

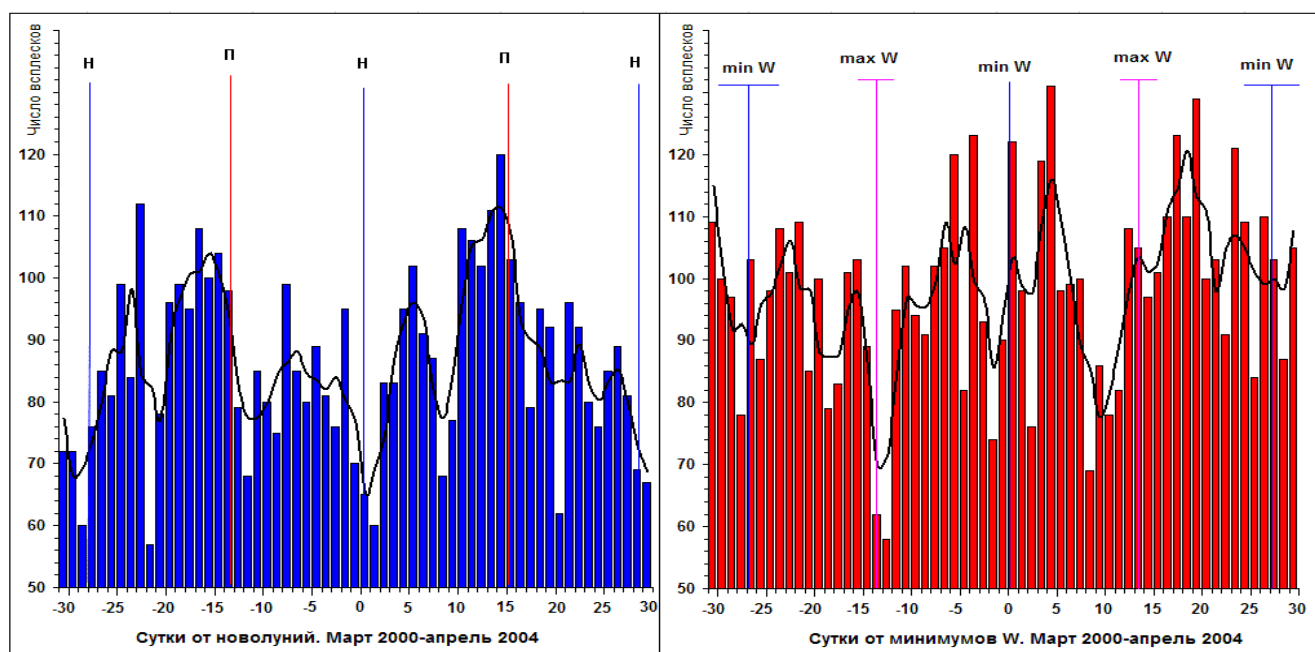


Рис. 6. Слева: число случаев в сутки всплесков амплитуды инфранизкочастотного шума транзисторов П701А относительно новолуний (суммирование по 49 циклам со средней продолжительностью 29,5 суток);

Справа: относительно минимумов в 27-суточном цикле солнечной активности (56 циклов).

Столбики – общее число событий в сутки, отстоящие от новолуний или минимумов активности на указанное внизу время, линия – скользящее трехсуточное усреднение Н – новолуние, П – полнолуние

Видно, что вероятность всплесков около полнолуний в полтора раза выше, чем около новолуний (средний период 29,5 суток). Вероятность всплесков также возрастает на подъемах и спадах солнечной активности. Подобный анализ для ритмов с годичным периодом, а также с периодом сидерического (звездного) лунного месяца (27,32 суток) не обнаруживает в шуме транзисторов достоверных изменений. Иногда заметна неустойчивая суточная ритмичность.

Интересно сопоставить ритмику шума в полупроводниках в годы максимальной и минимальной солнечной активности в 11-летнем цикле [12] (рис.7). Слева представлены результаты анализа методом наложения эпох всплесков шума в ритме синодического лунного месяца, справа - такой же анализ в ритме 27-суточного цикла солнечной активности. Синим цветом показан результат на основе данных, полученных в год спокойного солнца, черным – около максимума солнечной активности. Видно, что лунномесячный ритм отчетливее проявляется в год спокойного солнца, а ритм солнечной активности – в год активного солнца.

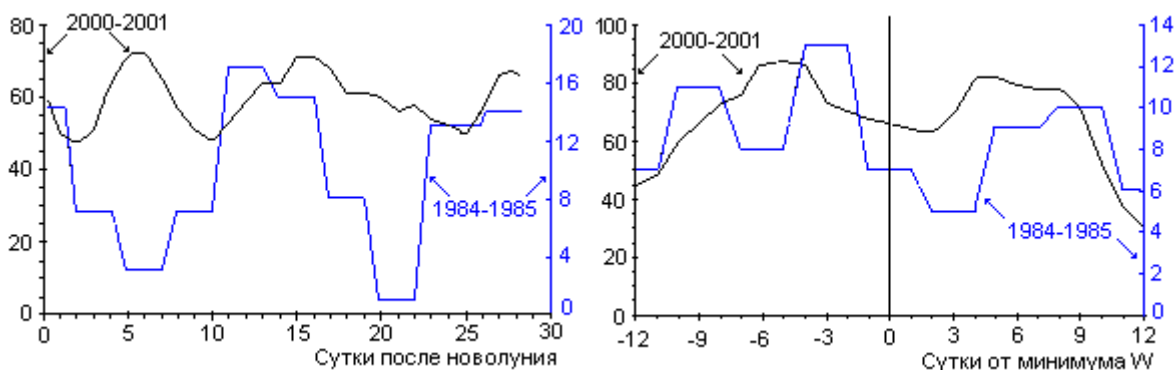
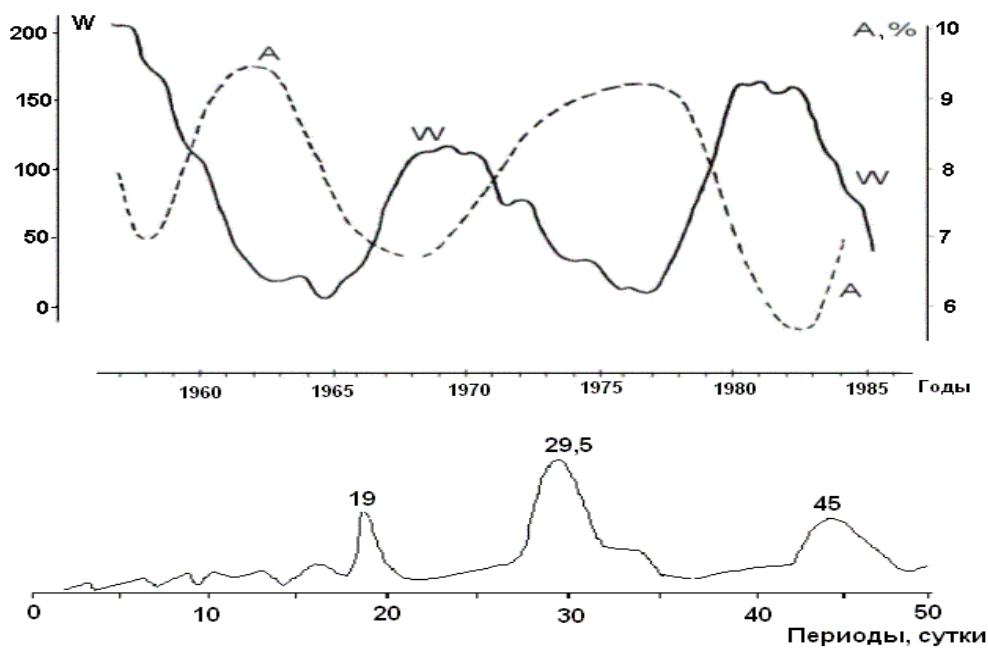


Рис. 7. Всплески амплитуды инфранизкочастотного шума полупроводниковых приборов: ритм синодического лунного месяца (слева) и 27-суточный ритм солнечной активности (справа) в год **спокойного** Солнца (1984-1985) и около **максимума** солнечной активности в 11-летнем цикле (2000-2001)

Это перекликается с результатами многолетних исследований изменений скорости химических и биохимических реакций, проведенных С.Э.Шнолем и другими исследователями [17]. Многочисленные разнообразные опыты показали, что меняется не столько собственно скорость этих реакций, сколько разброс скоростей (рис. 8 *вверху*): в годы спокойного солнца он значительно выше, чем в годы солнца активного, причем в этой изменчивости отчетливо



заметен ритм синодического лунного месяца (рис. 8 *внизу*).

Рис. 8. Вверху: сопоставление изменения амплитуды флуктуаций скоростей биохимических и химических реакций **A** с ходом солнечной активности **W**; **Внизу:** периодограмма амплитуды флуктуаций

Итак, изменчивость хода фликкер-шума в транзисторах и в других системах отчетливо согласована с *лунными фазами*. Это весьма удивительно, так как с позиций нынешних научных

знаний никакого влияния изменений взаимного положения Земли, Луны и Солнца на процессы в полупроводниках или на химические реакции быть не может. При изменении положения Земли, Луны и Солнца, конечно, меняется напряженность гравитационного поля. Но известные нам свойства гравитации не дают оснований для предположения о возможности ее *непосредственного* влияния на ход процессов в системах небольшого размера, так как вблизи поверхности Земли изменение гравитации происходит очень плавно и не превышает 10^{-7} среднего значения. А ведь даже весьма сильные изменения гравитации от невесомости до десятков g , как показывает опыт, на работе полупроводниковой аппаратуры практически не сказываются. Вероятно, во влиянии Космоса на процессы в полупроводниках и в других сложных системах гравитация играет немалую роль, но происходит это при участии посредников - усилителей. Это могут быть температурные изменения, микросейсмика, потоки приходящих из Космоса частиц или что-нибудь еще. Но сегодня мы не будем отвлекаться на обсуждение этих гипотез.

В связи с этим отмечу, что своеобразная чувствительность систем с фликкер-шумом к воздействиям разнообразной природы является *характерным свойством* таких систем, что позволяют использовать их в качестве универсального детектора различных воздействий, в том числе воздействий необъясненной природы. Сложность применения таких детекторов заключается в неоднозначности отклика на одинаковые воздействия. Отклик зависит от предыстории системы, и на одинаковые воздействия система может отзываться сильно или слабо, сразу или с задержкой, отклик может быть коротким или продолжительным. Системы с множеством взаимодействующих элементов могут реагировать на воздействия не только всплесками амплитуды флуктуаций, но и *снижением* амплитуды, а также переходом в режим периодических колебаний, т.е. *упорядочиванием* хода процессов, появлением «порядка из хаоса» [15].

Возникновение порядка из хаоса в сложной системе при внешнем периодически меняющемся воздействии хорошо видно на примере солнечной активности. На [рис. 9](#) вверху показано, как изменялись числа Вольфа (число солнечных пятен) на протяжении 300 лет.

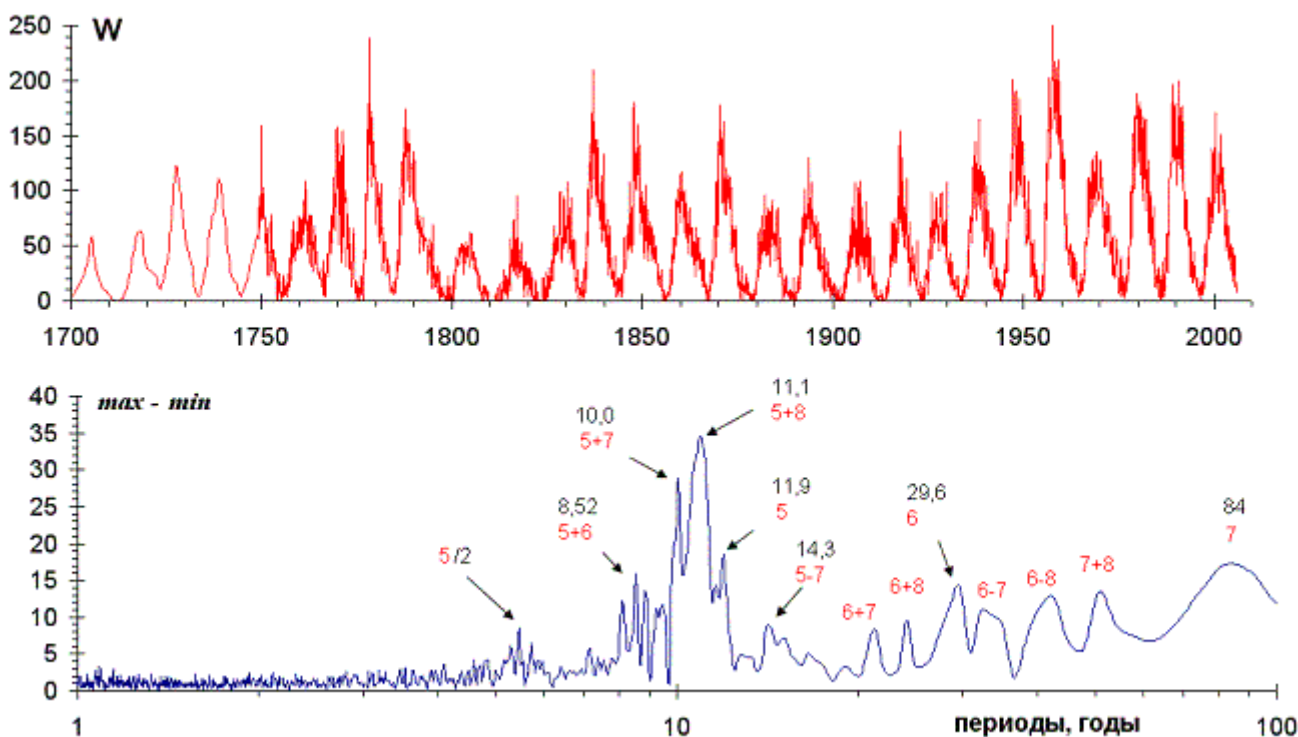


Рис. 9. Вверху: изменение солнечной активности (чисел Вольфа W) на протяжении 305 лет.

Внизу: периодограмма, полученная при анализе чисел Вольфа с 1750 до 2005 гг. методом наложения эпох для последовательности периодов от 1 до 100 лет. По вертикальной оси – разность усредненных значений W около максимумов и около минимумов солнечной активности, по горизонтальной – анализируемые периоды, годы. Около пиков обозначены периоды, а также номера планет, период обращения или комбинация периодов которых совпадают с пиком на периодограмме (5- Юпитер, 6 – Сатурн, 7 – Уран, 8 – Нептун).

При общем взгляде на эту диаграмму ритмичность очевидна. Более внимательное рассмотрение обнаруживает довольно значительные, на первый взгляд хаотичные, изменения амплитуды, продолжительности и формы циклов. Анализ методом наложенных эпох для набора периодов (рис. 9 внизу) показывает, что в этих изменениях отчетливо проявляются периоды T_i , совпадающие с периодами обращения Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, а также комбинации этих периодов $1/T_{ij} = 1/T_i \pm 1/T_j$. Напомню: когда колебание с основной частотой суммируется с колебанием более низкой частоты, наряду с колебанием основной частоты появляются колебания с частотами, равными сумме и разности основной и более низкой частоты.

Таким образом, ритмические изменения солнечной активности в значительной мере «навязаны» планетами-гигантами. Механизм связи солнечной активности с движением планет пока непонятен. Ясно только, что это не приливные воздействия, т.е. не влияние гравитации в «чистом виде» [1].

И, наконец, о том, с чем мы сталкиваемся везде и повседневно: с изменениями температуры. Эти изменения – результат процессов, происходящих в сложнейшей системе, включающей атмосферу, гидросферу, техносферу, недра Земли и биоту. Причем, эта система открыта для Космоса, и вполне естественно наличие в ней космических ритмов.

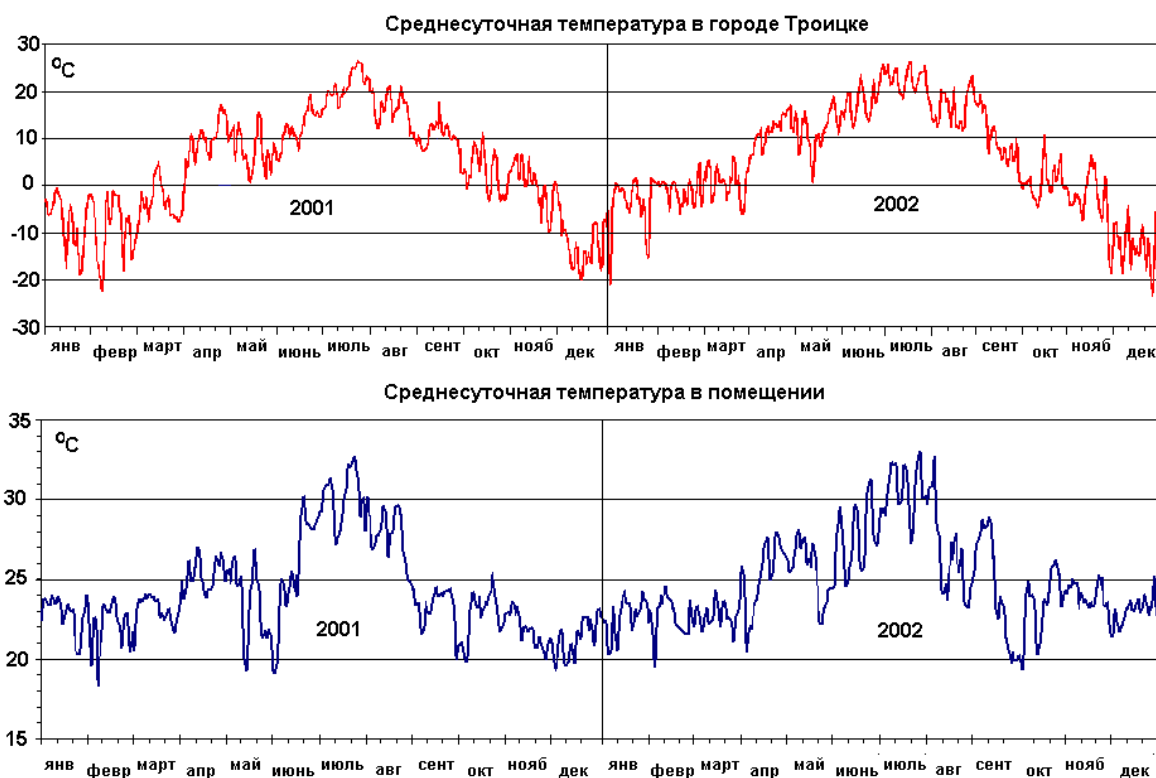


Рис.10. Вверху: изменение температуры воздуха в открытой атмосфере
Внизу: в помещении (9 этаж, окна на восток) на протяжении 2 лет [2].

На рис.10 показано, как меняется среднесуточная температура в открытой атмосфере и в помещении. Очевиден годичный ритм, появление которого связано с изменением положения Земли относительно Солнца. На фоне этого ритма происходят изменения, связанные с процессами у земной поверхности: ветром, циклонами, антициклонами, дождями и т.п. Эти изменения выглядят хаотичными. Еще более хаотичными выглядят температурные изменения в помещениях, там, где мы живем и работаем. Однако анализ температурных изменений при усреднении по многим циклам уверенно показывает наличие в этом хаосе космических ритмов даже в помещении [2] (рис. 11).

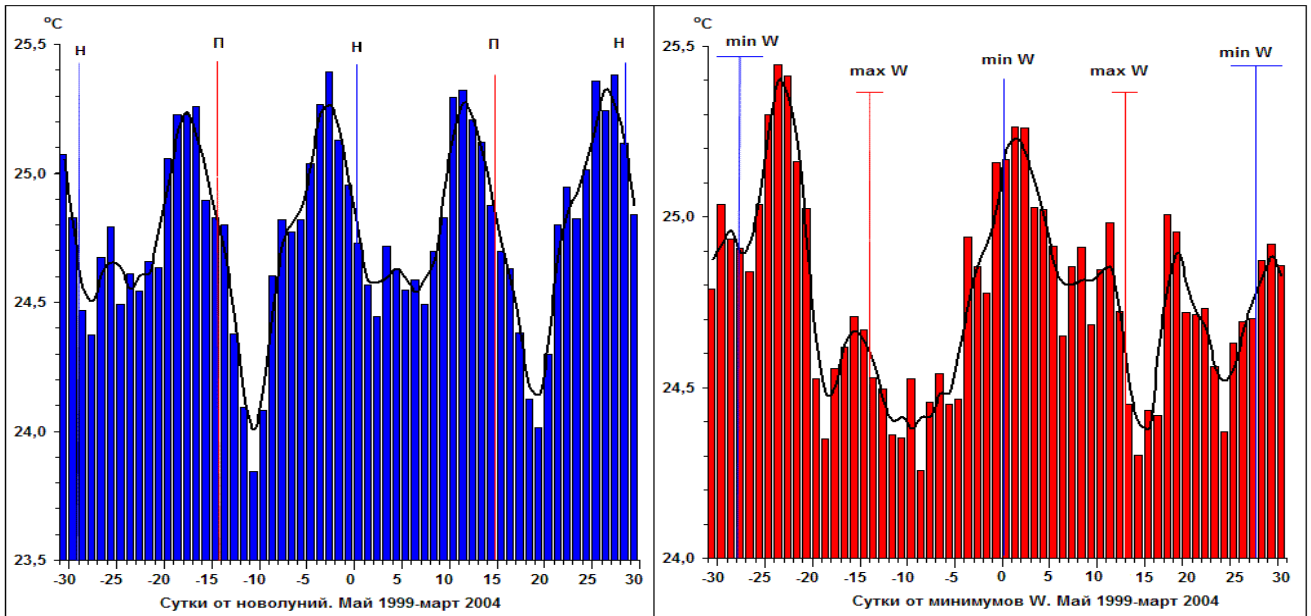


Рис. 11. Слева: Усредненный ход температуры относительно новолуний (60 циклов)
 Справа: Усредненный ход температуры относительно минимумов в 27-суточном цикле солнечной активности (67 циклов). Столбики – усреднение за сутки, линия – скользящее трехсуточное усреднение. Н – новолуние, П – полнолуние

Метод наложенных эпох с отчетливостью обнаруживает лунномесячный ритм с немалой амплитудой: за три дня до новолуний и полнолуний температура в среднем более чем на 1 градус выше, чем в третьей четверти! Удивительно, что в помещении лунный ритм температуры по амплитуде превосходит ритм солнечных суток. Ритм солнечной активности проявляется тоже вполне достоверно.

Обратимся теперь к суточному ритму (рис.12).

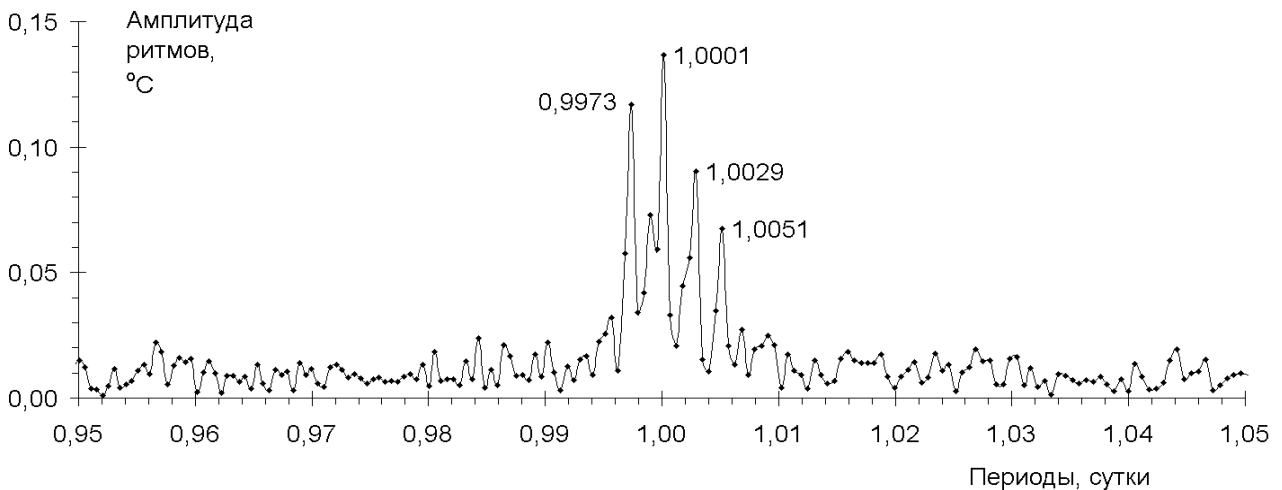


Рис. 12. Периодограмма температурных вариаций с околосуточными периодами, полученная методом быстрого преобразования Фурье в результате обработки температурных измерений около установки с апреля 1999 г до марта 2004 г.

Видно, что помимо ритма с периодом ровно 1 солнечные сутки почти с такой же амплитудой проявляется ритм 0,997 суток. Это ритм звездных суток, т.е. ритм изменения ориентации Земли относительно дальнего космоса. Но не будем спешить с выводом о проявлении здесь галактического влияния. Обратим внимание на наличие пика, симметричного звездосуточному. Наличие двух симметричных по отношению к основному пиков свидетельствует о том, что они возникают в результате комбинации суточного ритма с ритмом значительно более продолжительным. Нетрудно понять, что этот ритм равен 1 году. Суточный

ритм значительно сильнее весной и летом, чем осенью и зимой, т.е. он модулируется колебанием с годичным периодом, что и приводит к появлению «боковых» периодов.

Важно отметить, что от температурных изменений защититься практически невозможно, они всепроникающие, их можно только в той или иной мере сгладить, что делает космическую ритмику всепроникающей через посредство температуры. А изменения температуры в той или иной мере влияют на ход *любых* процессов.

Я мог бы рассказать и о других результатах такого рода ритмологического анализа. Но время доклада ограничено, а я могу предложить вашему вниманию много не менее любопытного. Интересующихся отсылаю к статье, опубликованной в журнале «Физическая мысль России» [2]. С этой статьей можно ознакомиться также и на сайте Института исследования времени. Очень много важного и интересного можно найти в трехтомном «Атласе временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов» [6]. Рекомендую также книгу Владимирского с соавторами «Космические ритмы» [1].

На этом я закончу разговор о фликкер-шуме, который можно назвать *проявлением коллективизма членов сложных систем* и перейду к белому шуму, который можно назвать *сигналом от собрания индивидуалов*.

Белый шум – сигнал от собрания индивидуалов

Белый шум порождается множеством *независимых одиночных* событий, в отличие от фликкер-шума, возникающего в системах с *множеством взаимосвязанных* элементов. Белый шум и фликкер-шум - явления совершенно разной природы. Примеры белого шума – электрический шум, порожденный тепловым движением носителей заряда и число частиц, испускаемых при радиоактивном распаде в единицу времени. Этот вид флуктуаций получил свое название по аналогии с белым светом: в его спектре равномерно присутствуют все частоты [8].

Рассмотрим *радиоактивность* как процесс, порождающий белый шум. В процессе радиоактивности множество *независимых* элементов (атомных ядер), имеющих *внутренний* запас энергии, высвобождают ее в актах ядерного распада, происходящих равномерно в любой одинаковый отрезок времени. В атомных ядрах очень высокая концентрация энергии, а также экранировка электронными оболочками приводят к исчезающе *слабой* чувствительности внутриядерных процессов (в частности, вероятности распадов) к внешним воздействиям обычного типа (электромагнитные поля, температура, давление). Единственным способом влияния на ход внутриядерных процессов считается облучение нейтральными или достаточно энергичными заряженными частицами, поэтому естественный ход радиоактивности до недавнего времени считался эталоном независимости от внешних влияний. Время от времени, правда, появлялись сообщения об аномалиях хода радиоактивности, но они обычно воспринимались как проявление нестабильности аппаратуры или действия помех. Например, в МГУ Авдониной и Лукьянов более 10 лет назад при длительных измерениях радиоактивности углерода-14 и трития обнаружили периодические изменения скорости счета и разброса результатов [16]. В последние годы несколькими исследователями проведены целенаправленные работы, показавшие, что процесс изменения радиоактивности сложнее простого снижения по экспоненте [2,4,5]. В бета-радиоактивности была обнаружена космическая ритмика. Кроме того, были обнаружены весьма значительные всплески радиоактивности бета источника, если он размещен в фокусе параболического зеркала. Помимо этого, были обнаружены сильные отклонения *статистики* результатов измерений радиоактивности от теории, казавшейся незыблемой. И это не только исследования Шноля.

Надо сказать, что такие результаты встречены значительной частью физиков с недоверием. И это можно понять: считается, что радиоактивность имеет надежное теоретическое объяснение. Обнаружение отклонений от «нормального» хода радиоактивности можно уподобить аномалии в орбитальном движении небесного тела: оно указывает на наличие неизвестных воздействий или неисследованных свойств Природы. Естественно, что первой реакцией профессионала на сообщения о такого рода результатах является мысль об их ошибочности. А поводов для придинок достаточно. Ведь чтобы измерить радиоактивность с погрешностью 0,1% требуется зарегистрировать миллион импульсов. А чтобы обнаружить *изменчивость* хода радиоактивности, надо сделать множество достаточно точных замеров на

протяжении времени, значительно превосходящем продолжительность предполагаемого ритма, обеспечив при этом минимальность искажающих эффект внешних воздействий.

Получение надежных результатов стало возможным лишь в последние годы, после внедрения в научные исследования компьютеров, так как только они обеспечили многолетнюю непрерывную регистрацию, накопление и обработку огромных массивов данных. Наши исследования проводились на специально созданной экспериментальной установке, обеспечивающей непрерывную регистрацию по 20 каналам с термостабилизацией датчиков и источников питания, мониторингом температуры около установки и контролем часов по сигналам точного времени [2]. Для регистрации альфа и бета частиц применялись наиболее надежные и стабильные датчики - счетчики Гейгера и полупроводниковые детекторы. Установка работает 9 лет, и вот что получается.

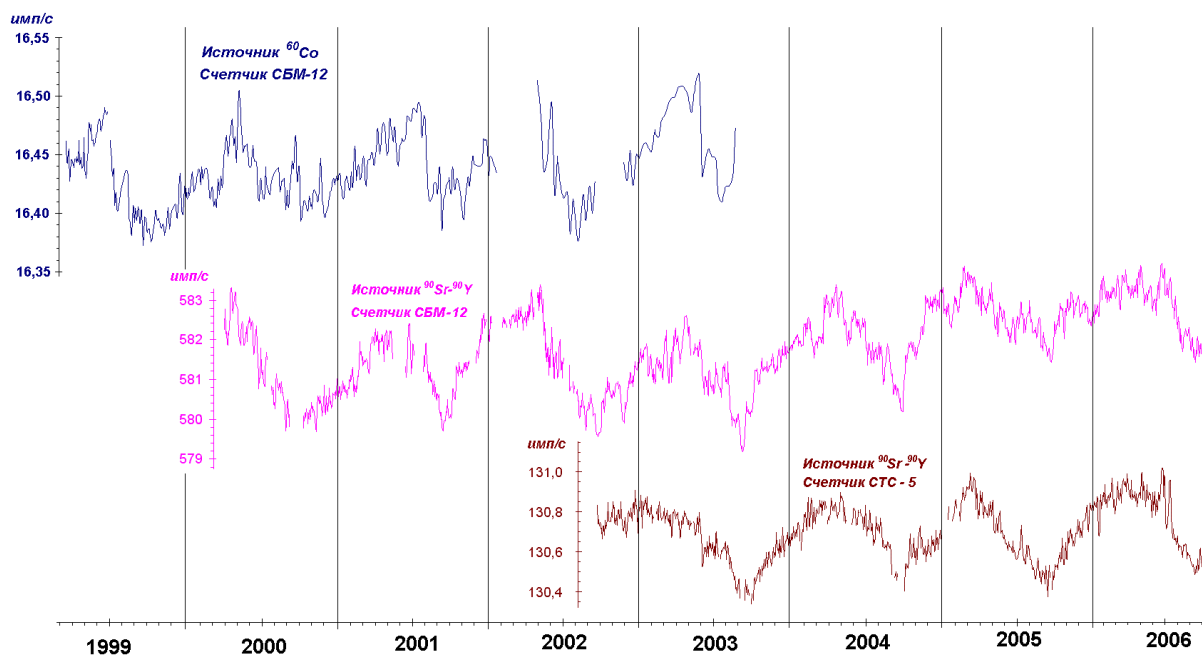


Рис. 13. Ход скорости счета бета источников ^{60}Co и ^{90}Sr - ^{90}Y , измеренной счетчиками Гейгера.

На рисунке показано, как меняется скорость счета бета частиц ^{60}Co и ^{90}Sr - ^{90}Y , измеряемая различными детекторами на протяжении 7 лет. Очевиден ритм с периодом в 1 год с размахом около половины процента от средней скорости счета. Эти изменения напоминают изменения температуры (рис.10), что дает основание для предположения о проявлении здесь температурных влияний на измерительную аппаратуру. Но сопоставление усредненных ходов скорости счета и температуры около установки вполне определенно показывает совершенно разную динамику годовых циклов. Иначе ведут себя и другие основные параметры внешней среды – радиационный фон, атмосферное давление и влажность воздуха, электропитание. И это позволяет утверждать, что обнаруженная ритмика не является результатом влияния обычных факторов окружающей среды.

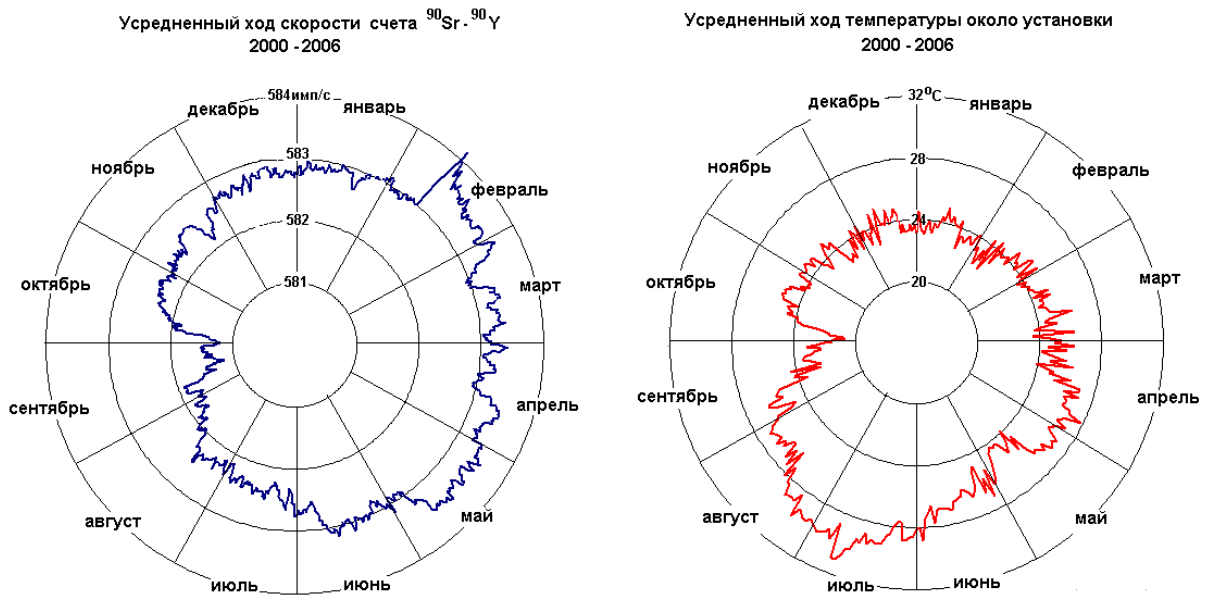


Рис. 14. Сопоставление усредненных ходов скорости счета от бета источника $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$ и температуры около установки

Как видно, ритмическая изменчивость радиоактивности, в отличие от изменчивости в фликкер - шуме, имеет простой вид, близкий к синусоиде, что позволяет применять для анализа не только метод наложения эпох, но и обычный Фурье-анализ, позволяющий строить периодограммы.

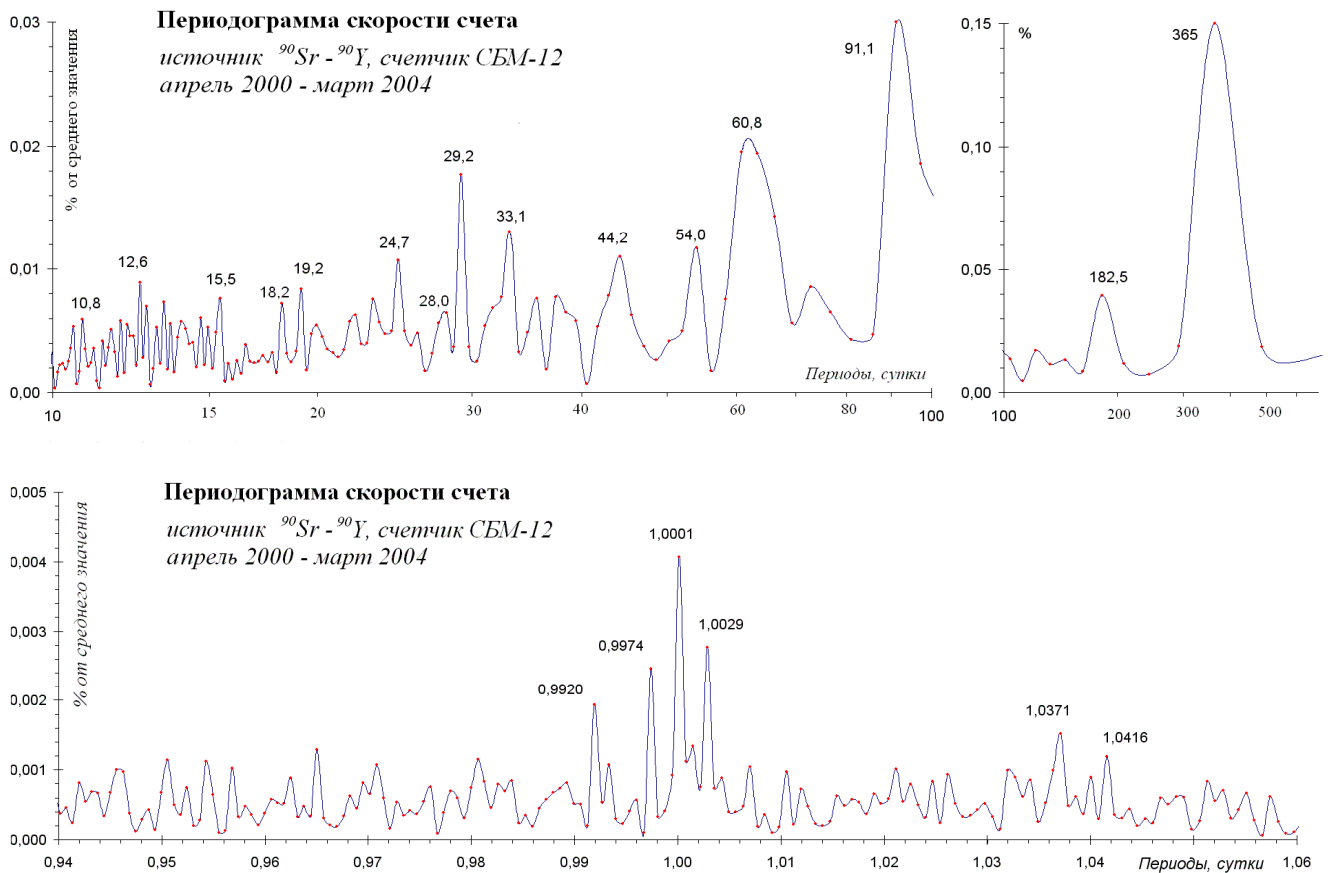


Рис. 15. Периодограммы вариаций скорости счета бета источника $^{90}\text{Sr}-^{90}\text{Y}$ со счетчиком Гейгера СБМ-12. Анализируемый промежуток времени с апреля 2000 г до марта 2004 г. Амплитуда – в процентах от средней скорости счета.

На периодограмме скорости счета установки с источником ^{90}Sr - ^{90}Y (рис.15) наиболее заметен годичный ритм и его гармоника (182,3; 91,1; 60,8). Отчетливо выделяется ритм синодического лунного месяца (29,2 суток). Похожий ритм характерен и для температурных вариаций. Но можно достаточно уверенно заключить, что лунный ритм скорости счета не вызван температурными изменениями: применение метода наложенных эпох (рис.16) показывает существенно различный характер околосуточной ритмики скорости счета и температуры. Если температура имеет максимумы как около новолуний, так и около полнолуний (рис.11), то скорость счета имеет максимум только около новолуний, а около полнолуний скорость счета минимальна. Столь же сильно отличается от температурных ритмов и ритмика солнечной активности.

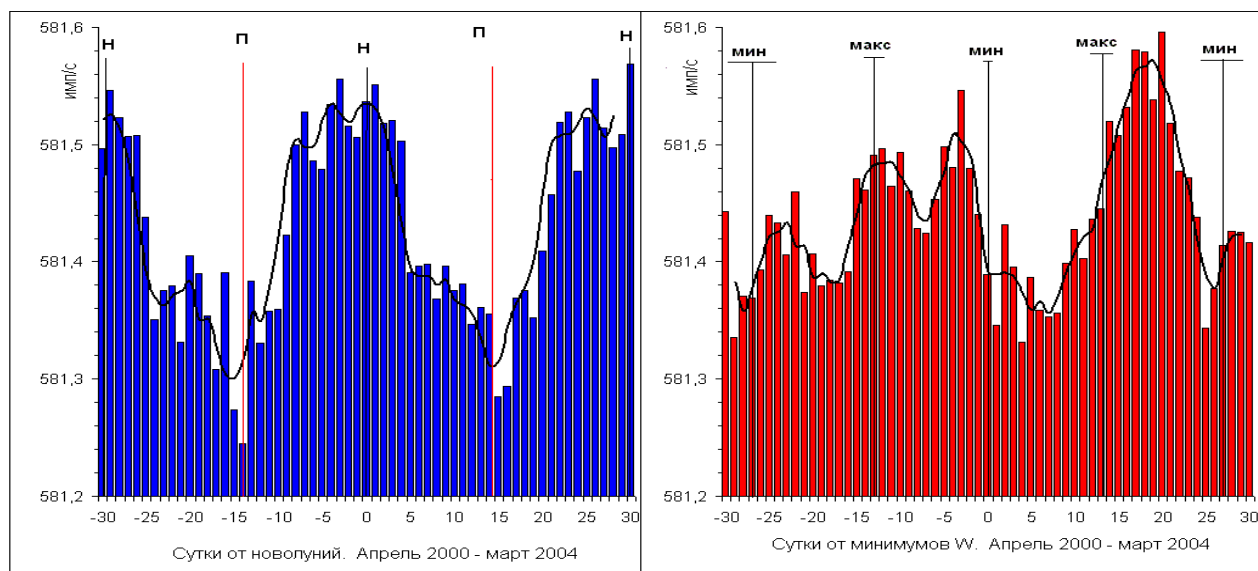


Рис. 16. Усредненный ход скорости счета бета-источника ^{90}Sr - ^{90}Y со счетчиком Гейгера СБМ-12 с апреля 2000 г до марта 2004 г относительно новолуний (слева, усреднение по 48 циклам) и относительно минимумов в 27-суточном цикле солнечной активности (справа, усреднение по 53 циклам). Столбики – усреднение за сутки, линия – скользящее трехсуточное усреднение. Н – новолуние, П – полнолуние

В области околосуточных периодов (рис.15) отчетливо виден пик солнечносуточного ритма с тонкой структурой, отражающей взаимодействие этого ритма с годичным ритмом и его гармониками. Заметен пик, соответствующий лунным суткам (1,0371). Но, возможно, он отражает не влияние с лунносуточной периодикой, а соответствует комбинационной частоте солнечносуточного и лунномесячного ритмов. Отмечу, что амплитуда околосуточных вариаций не превышает тысячных долей процента от средней величины и, в отличие от вариаций с годичным и месячным периодами, пока нельзя с уверенностью утверждать, что они не порождаются температурными влияниями.

Необычные результаты дал эксперимент с источником ^{60}Co в сочетании со счетчиком Гейгера, расположенным в фокусе параболического зеркала [2,22]. Этот своеобразный телескоп, определенным образом ориентированный, вместе с вращением Земли круглосуточно сканирует небесную сферу. Обычный ход измерений скорости счета, вполне соответствующий статистике Пуассона, время от времени нарушается всплесками протяженностью от нескольких секунд до нескольких часов. Аномальные участки занимают примерно 1/1000 долю всего времени наблюдения. Примеры записей таких всплесков показаны на рис. 18. За время наблюдений с июня 1999 г. зарегистрировано 370 высокодостоверных всплесков, причем во время некоторых всплесков происходило тысячекратное возрастание скорости счета.

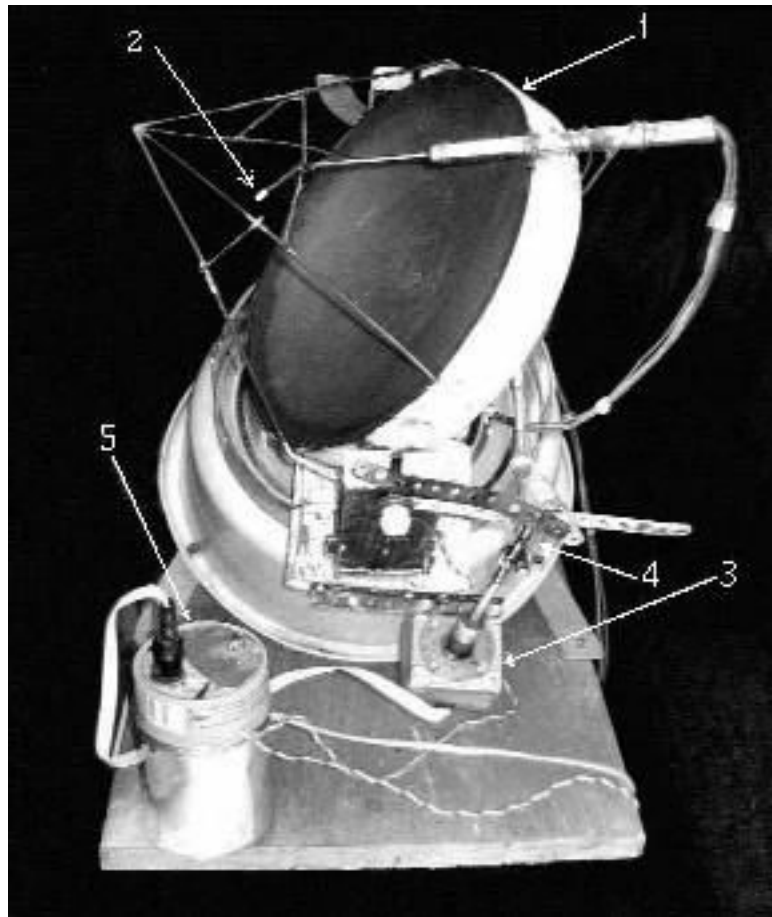


Рис. 17. Телескоп для наблюдения всплесков. 1 – стальное зеркало с параболической поверхностью, 2 – счетчик Гейгера с закрепленным на нем источником ^{60}Co , 3 – шаговый двигатель, 4 – механизм поворота вокруг оси склонений, 5 – устройство управления шаговым двигателем

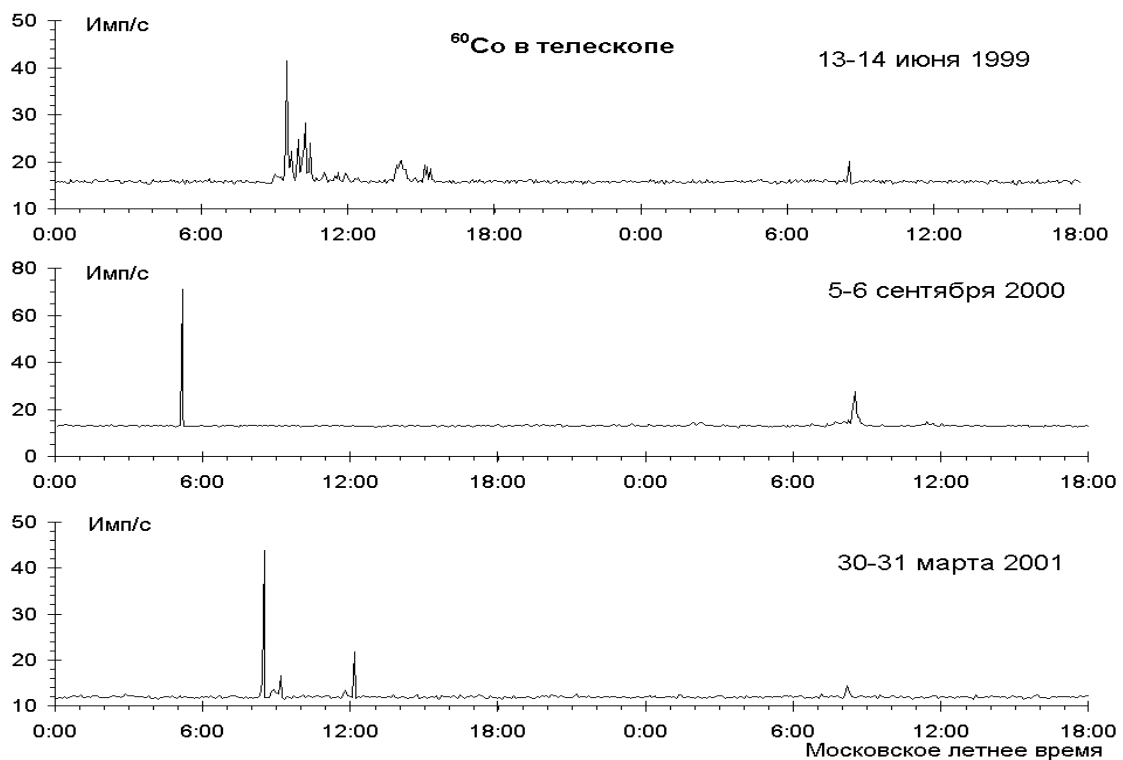


Рис. 18. Примеры зарегистрированных всплесков скорости счета ^{60}Co в фокусе телескопа-рефлектора при сканировании небесной сферы. Наименьшее угловое расстояние между направлением сканирования и Солнцем в 8:45 московского летнего времени.

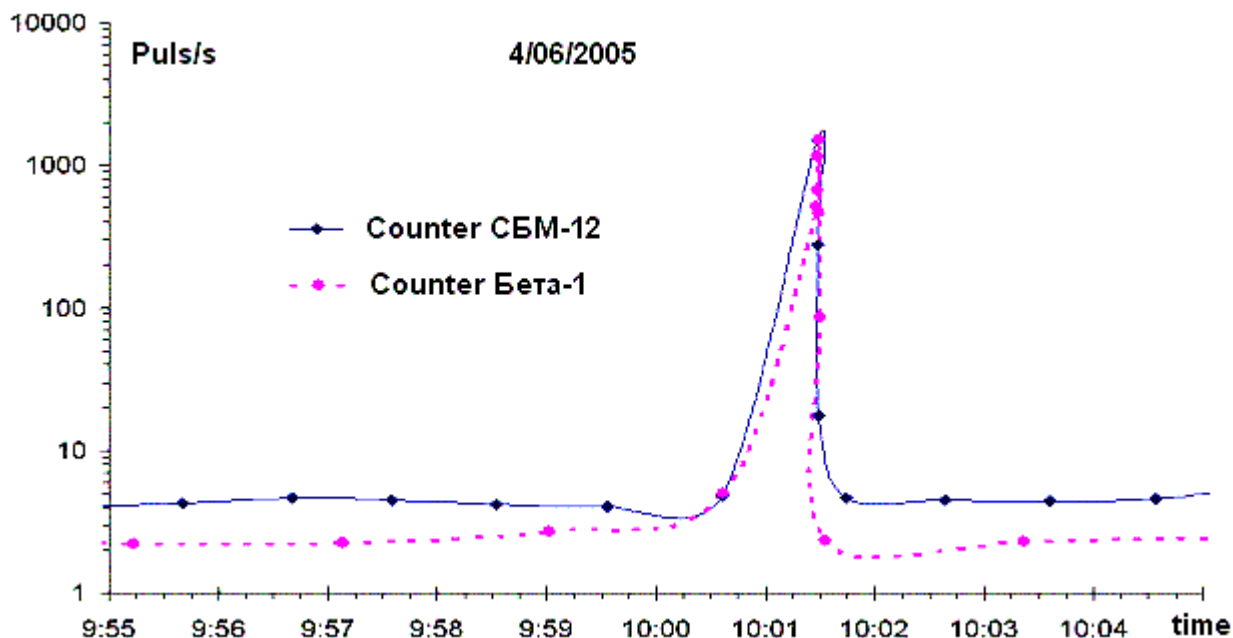


Рис.19. Одновременная регистрация всплеска скорости счета двумя счетчиками Гейгера. Цилиндрический счетчик СБМ-12 расположен рядом с источником, находящимся в фокусе телескопа, торцевой счетчик «Бета-1» расположен на расстоянии 1,5 см от источника.

Регистрация всплеска двумя независимыми детекторами (рис. 19) доказывает, что происходит именно возрастание радиоактивности, а не сбой в работе аппаратуры.

Мы не имеем возможности в сегодняшнем докладе обсуждать детали этого эксперимента и анализировать результаты. О нем можно прочитать в упомянутой статье в журнале «Физическая мысль России» [2]. Есть и специальная статья [22] в журнале *International Journal of Pure and Applied Physics, Volume 1, No.2 (2005)*, эквивалент которой на русском языке размещен на сайте Института исследований времени.

Замечу, что аномалии хода радиоактивности обнаружены при исследовании *бета* источников. Аналогичные исследования *альфа* радиоактивности достоверных отклонений от «правильного» хода радиоактивности не обнаружили.

Попытки объяснения обнаруженных отклонений от «правильного» хода радиоактивности не входят в задачу сегодняшнего доклада. Замечу только, что для этого привлекается, например, идея о неизотропности пространства и влиянии на ход процессов векторного потенциала. Но более просто, разумно, комплексно и без привлечения «новых сущностей» изменчивость хода радиоактивности, объясняется действием достигающего поверхности Земли ядерноактивного космического агента[14]. Ограниченность времени доклада не позволяет нам отвлечься на обсуждение природы этого агента.

Таким образом, вторая группа изменчивости – непостоянство *скорости* радиоактивного распада - может иметь объяснение, например, действием ядерноактивного космического агента. Но феномены третьего типа - изменчивость *распределений значений*, получаемых при многократных измерениях (даже если средняя скорость процесса неизменна) – удивительны и с позиций современных научных теорий непонятны.

Управляемый хаос

В основе теории радиоактивности лежит представление, что акты распадов происходят в случайные моменты времени и каждое ядро распадается независимо от других. Если это так, распределение числа испущенных частиц (а при стабильной эффективности регистрации и распределение результатов измерений числа зарегистрированных за одинаковый промежуток времени частиц) не может быть ничем, кроме распределения Пуассона.

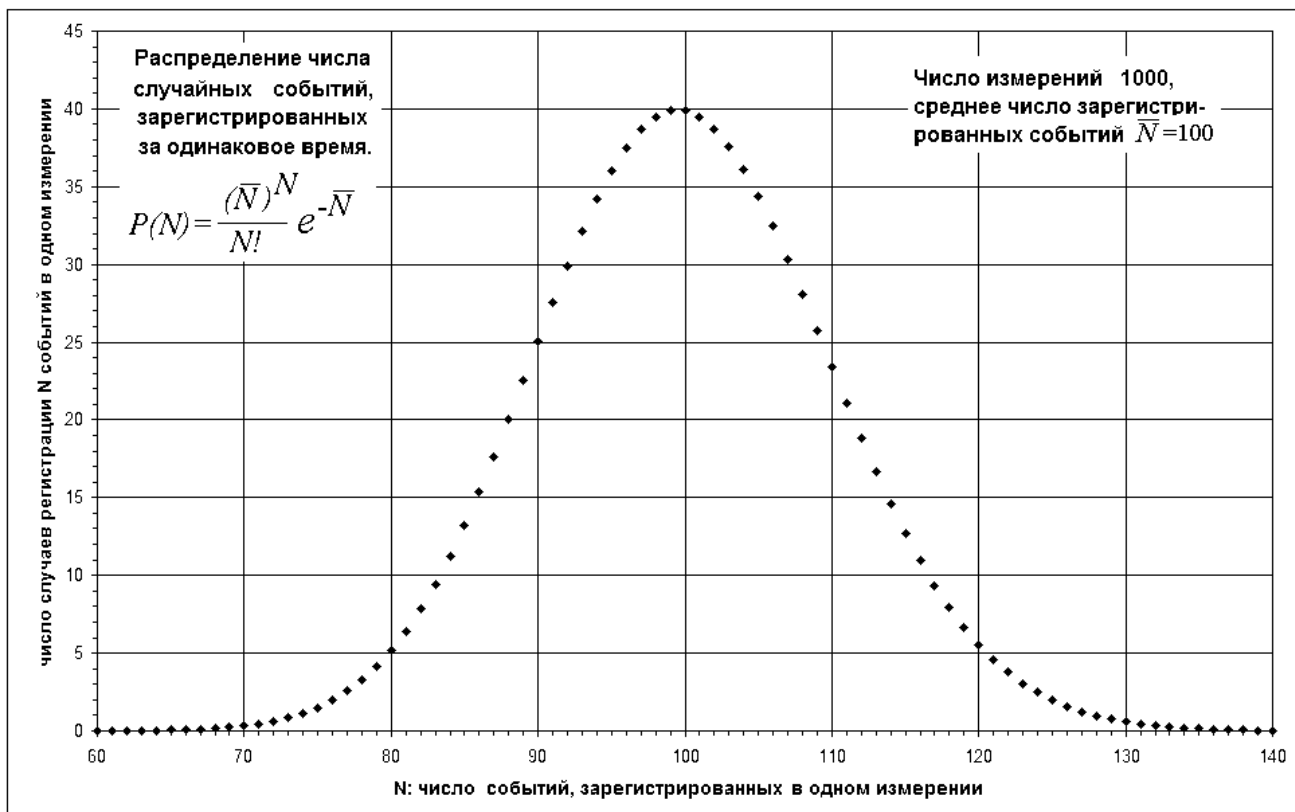


Рис. 20. Распределение числа происходящих в случайные моменты времени событий, зарегистрированных за одинаковое время. Произведено 1000 измерений со средним числом регистрируемых частиц 100.

Вид этого распределения однозначно определяется средним числом регистрируемых частиц. Ширина области значений результатов измерений, вероятность появления которых существенно отлична от нуля, характеризуется стандартным отклонением. Для статистических величин, подчиняющихся закону Пуассона, стандартное отклонение равно квадратному корню из усредненного результата измерений. Отличие от средней величины, не превышающее одного стандартного отклонения, имеют 68% измерений, а в пределах двух стандартных отклонений лежат уже 95% результатов. Например, если в среднем при повторных измерениях за одинаковое время регистрируется 100 частиц, 68% результатов лежит между 90 и 110. А между 80 и 120 лежит уже 95% результатов.

Столетний опыт исследований радиоактивности подтверждал соответствие результатов измерений закону Пуассона, т.е. полную случайность моментов вылета частиц. Однако, необычные исследования С.Э.Шноля с соавторами [17,23] показали, что вид распределения результатов измерений радиоактивности закономерно изменяется во времени, причем в этих изменениях прослеживается космическая ритмика. Долгое время эти результаты воспринимались научной общественностью с недоверием из-за их необъясненности, а так же сложности и необычности методики обработки экспериментальных данных, применявшейся для выявления эффекта. И только недавно возможность такого рода эффектов нашла независимое подтверждение в исследованиях Б.В.Карасева [24] и Н.Г.Големинова [25]. Они обнаружили в рядах измерений скорости счета радиоактивных источников участки с достоверно пониженным разбросом результатов. Аномалии в сторону *увеличения* разброса можно было бы объяснить влиянием помех, шумов или нестабильностью аппаратуры. Но *снижение* разброса - это факт очень даже удивительный и непонятный. Это означает, что в хаосе возникает порядок, независимые события становятся взаимосвязанными.

Оказалось, что такого рода эффекты могут *искусственно* вызываться техническими устройствами. Весьма наглядно эффект изменения ширины распределений демонстрирует устройство, созданное А.В.Каравайкиным [18].

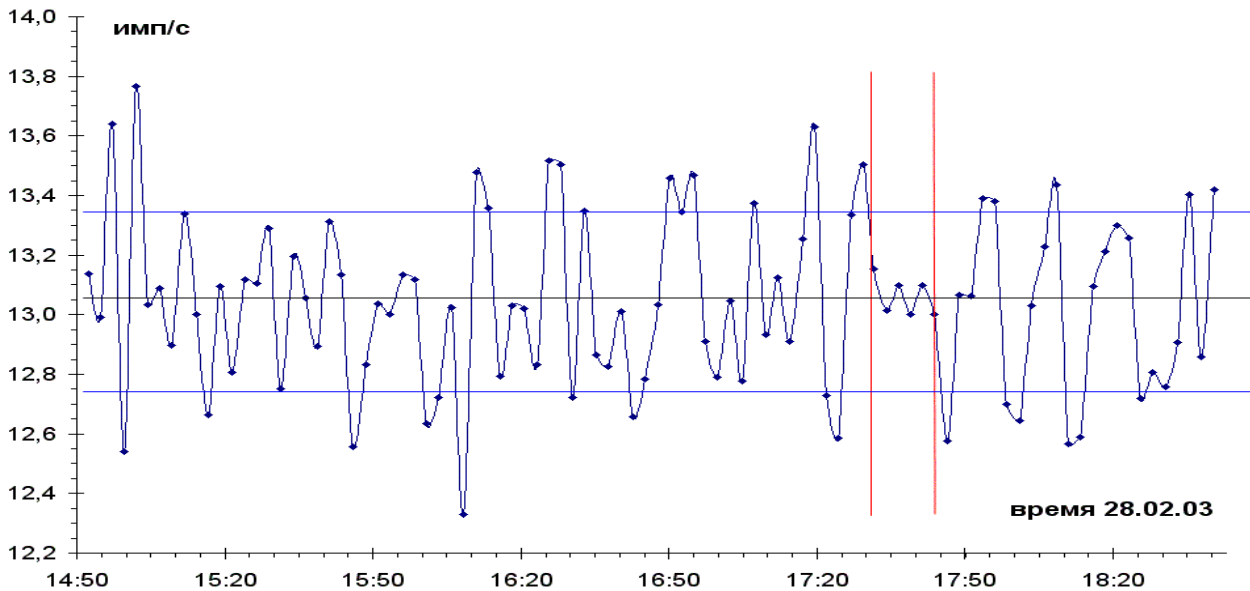


Рис. 21. Пример влияния генератора Каравайкина на регистрацию счетчиком Гейгера бета частиц ^{60}Co . Горизонтальными линиями отмечены средняя скорость счета (13,05 импульсов в секунду) и отклонение от средней скорости счета на одно стандартное отклонение ($\pm 0,3$ импульса в секунду). Видно, что во время включения генератора (этот участок записи отмечен вертикальными линиями) средняя скорость счета не изменилась, но произошло значительное снижение разброса результатов измерений. На этом участке стандартное отклонение 0,064, т.е. почти в 5 раз меньше, чем на других участках, где оно вполне соответствует пуассоновскому. Вероятность появления такой аномалии в результате случайного совпадения 0,001.

На [рис.21](#) показан пример влияния этого устройства на скорость счета источника ^{60}Co , соединенного со счетчиком Гейгера. Вертикальными линиями отмечены моменты включения и выключения устройства. Отличие этого участка от участков без воздействия очевидно. Разброс результатов здесь в 5 раз меньше, чем в других местах, где оно вполне соответствует пуассоновскому. При этом, заметного изменения скорости счета нет. Многочисленные опыты показывают, что эффект воспроизводим, причем он обнаруживается не только на бета, но и на альфа источниках, а также при действии устройства на генераторы электрического шума. Изменив режим работы устройства, можно не снижать, а увеличивать разброс результатов.

Аналогичные результаты получены в экспериментах по исследованию влияния *вращающихся* объектов на радиоактивность [19], а также в экспериментах по исследованию дистанционного влияния человека на генераторы электрического шума [11]. Удивительное открытие сделал К.А. Виноградов: он обнаружил отличие в распределении результатов измерений радиоактивности от статистики Пуассона при наличии листа растения между источником и детектором [20]. Этот эффект нашел подтверждение в наших экспериментах ([рис.22](#)).

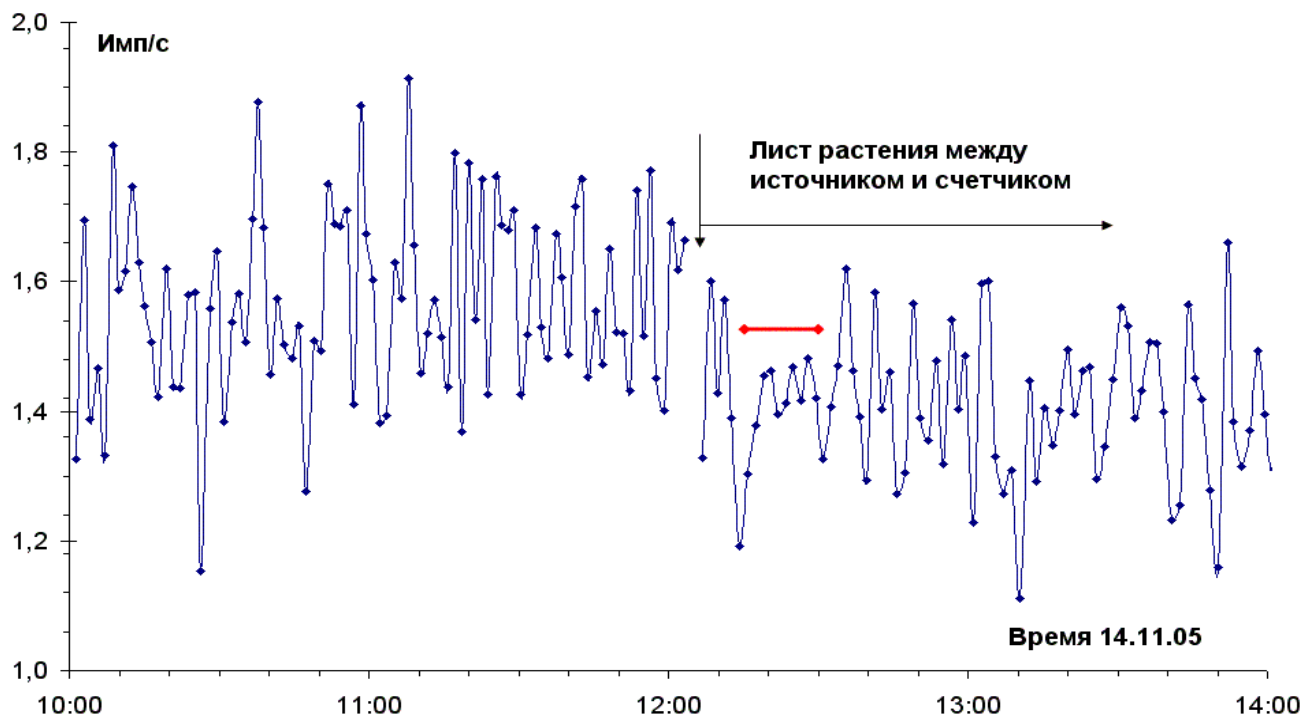


Рис. 22. Пример влияния комнатного растения *Eucharis grandiflora* на регистрацию бета частиц ^{40}K счетчиком Гейгера. После размещения листа растения между источником и счетчиком средняя скорость счета уменьшилась с 1,57 до 1,40 импульсов в секунду. Через 11 минут разброс результатов измерений резко снизился. На этом участке продолжительностью 12 минут, отмеченном горизонтальной чертой, стандартное отклонение в 3,5 раза меньше стандартного отклонения на других участках. Вероятность появления такого участка в результате случайного совпадения 0,000005.

Понятно, что размещение между бета источником и детектором листа растения снижает скорость счета (в данном случае на 11%). Если бы процесс оставался случайным, такое уменьшение скорости счета приводило бы, в соответствии с законом Пуассона, к снижению разброса результатов, но всего на 5-6 процентов. Здесь же на протяжении 12 минут разброс результатов меньше обычного в 3,5 раза. Контрольные опыты с размещением между бета источником и детектором листа бумаги или металлической фольги никаких аномалий не обнаруживают.

Итак, в разнообразных экспериментах, в которых проявляется изменчивость третьего типа, показана возможность управления не только интенсивностью, но и *степенью случайности* процессов.

Заклучение

Мы рассмотрели три типа изменчивости хода процессов. Каждый из них имеет свою специфику, общее в них, пожалуй, только то, что везде, хотя и по-разному, проявляются космические воздействия. Обнаружение космических влияний на *скорость* разнообразных процессов, конечно, имеет важное научное и мировоззренческое значение, но в этом нет ничего революционного. Представление о тесной взаимосвязи земного и космического заложено в глубинах человеческого сознания, и достижения последних лет состоят лишь в получении все более надежных экспериментальных подтверждений космоземных связей.

Влияние на *скорость* процессов *можно* объяснить внешними воздействиями некоторых физических агентов, и такая изменчивость вполне вписывается в современные научные представления. Но изменчивость *вида распределений* (степени случайности) при измерении параметров, характеризующих ход процессов, удивительна. Этот феномен не был бы столь интригующим, если бы он наблюдался только в системах, флуктуирующих по типу фликкер-шума: в общих чертах понятно, как процессы в системах с множеством взаимодействующих элементов могут менять амплитуду флуктуаций, приобретать ритмичность под влиянием внешних воздействий и самоорганизовываться. Но в последние годы получены

экспериментальные результаты, указывающие на *универсальный* характер изменчивости *распределений*. Проявления этого феномена обнаружены не только в фликкер-шуме, но и в белом электрическом шуме, в альфа и бета радиоактивности, где физические механизмы, которые могут менять распределение результатов измерений, неизвестны. Причем обнаружено, что возможно *целенаправленное* управление степенью случайности с применением технических устройств.

Мы привыкли к тому, что влиять на ход процесса - значит менять его скорость, интенсивность. В этом, по сути, и состоит вся современная технология. Мы охлаждаем продукты, чтобы они долго не портились, сжигаем топливо, чтобы быстро высвободить запасенную в нем энергию, облучаем ядра нейтронами, чтобы ускорить их деление. Но есть *иной* тип изменчивости хода процессов, проявляющийся в изменении *упорядоченности* поведения элементов системы, причем это может происходить независимо от изменений энергетических. Возможно, здесь мы столкнулись с неизвестными свойствами информации, ведь порядок связан с информацией. А информация – с сознанием. Может быть, поиски именно в этом направлении позволят преодолеть кризис современного естествознания и откроют простор для нового этапа познания Мира в котором мы живем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирский Б.М., Нарманский В.Я., Темурьянц Н.А., *Космические ритмы*, Симферополь, 1994, 176 с.
2. Пархомов А.Г., Макляев Е.Ф. Исследование ритмов и флуктуаций при длительных измерениях радиоактивности, частоты кварцевых резонаторов, шума полупроводников, температуры и атмосферного давления // *Физическая мысль России*, №1, 2004.
http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_ritmy/parkhomov_ritmy.htm
3. Пархомов А.Г. *Экспериментальные исследования инфранизкочастотных флуктуаций в полупроводниках. Закономерности. Космические ритмы*. М., МНТЦ ВЕНТ, 1991.
http://www.chronos.msu.ru/Public/parkhomov_eksperimentalnye.html
4. Рябов Ю.В. и др. *О стабильности регистрации гамма-излучения при длительном интенсивном излучении*. Препринт ИЯИ-1079/2002, М. 2002, 19 с.
5. Бауров Ю.А., Соболев Ю.Г., Кушнирук В.Ф. и др. Экспериментальные исследования изменений в скорости бета-распада радиоактивных элементов // *Физическая мысль России*, № 1.2000, с.1-7
6. *Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов*, т.1, М., ОИФЗ РАН, 1994, т. 2, М., Научный мир, 1998, т. 3, М.: Янус-К, 2002 с.
7. *Солнечная и солнечно-земная физика*. Ред. Бруцек А, Дюран Ш. М., Мир, 1980.
8. Букингем М. *Шумы в электронных приборах и системах*. М., Мир, 1986.
9. Бак П., Чен К. Самоорганизованная критичность // *В мире науки*, №.3, 1991, с.16-24.
10. Пархомов А.Г. Низкочастотный шум - универсальный детектор слабых воздействий. *В сб.: Исследования проблем энергоинформационного обмена в Природе. СНИО СССР*, 1989, т.1, часть 1, с.81-87. http://www.chronos.msu.ru/RREPORTS/parkhomov_flicker.pdf
11. Гуртовой Г.К., Пархомов А.Г. Экспериментальные исследования дистанционного воздействия человека на физические и биологические системы // *Парапсихология и психофизика*, № 4, 1992, с. 31-51 [http://gipnoz.valuehost.ru/books/31-51\(4-92\).rtf](http://gipnoz.valuehost.ru/books/31-51(4-92).rtf) .
12. Пархомов А.Г. Ритмы Солнечной активности и синодического лунного месяца в инфранизкочастотных флуктуациях, возникающих в полупроводниках в годы спокойного и активного Солнца // *Тезисы международной конференции «Космос и биосфера», Партенит, Крым, 1-6 октября 2001 г.*
13. Арманд Ф.В., Люри Д.И., Жерихин В.В. *Анатомия кризисов*. М., Наука, 2000.
14. Пархомов А.Г. Скрытая материя: роль в космоземных взаимодействиях и перспективы практических применений // *Сознание и физическая реальность*, т. 3, № 6, 1998, с. 24-35.
http://www.chronos.msu.ru/Public/parkhomov_skrytaya.html
15. Пригожин И., Стенгерс И. *Порядок из хаоса*. М., Прогресс, 1986.
16. Авдоница Е.Н., Лукьянов В.Б. Гелиогеофизические эффекты в результатах измерения радиоактивности и статистика радиоактивного распада // *Биофизика*, Т.40, вып. 4, с. 876-881

17. Удальцова Н.В., Коломбет В.А. Шноль С.Е. *Возможная космофизическая обусловленность макроскопических флуктуаций в процессах разной природы*, Пушино: ОНТИ НЦТИ АН СССР, 1987, 96 с.
18. Каравайкин А.В. Применение генератора неэлектромагнитного информационного влияния для изучения тонких взаимодействий // *Сознание и физическая реальность*, № 3, 2005.
19. Мельник И.А. Дистанционное воздействие вращающихся объектов на полупроводниковый детектор гамма излучения // *Сознание и физическая реальность*, №1, 2005.
20. Виноградов К.А. <http://otw2005.narod.ru/index.htm>
21. Эйби Дж. *Землетрясения*. Пер. с англ. М.: Недра, 1982, с. 249
22. Parkhomov A.G. Bursts of Count Rate of Beta-Radioactive Sources during Long-Term Measurements // *International Journal of Pure and Applied Physics Volume 1*, No.2 (2005) pp. 119-128 <http://www.ripublication.com/ijpap/1001.pdf>
23. Шноль С.Э., Коломбет В.А., Пожарский Э.В. и др. О реализации дискретных состояний в ходе флуктуаций в макроскопических процессах // *УФН*, 1998, т. 168, №10, с. 1129-1140.
24. Карасев Б.В. Статистически значимые отклонения от распределения Пуассона при измерениях радиоактивного распада // *Физическая мысль России*, № 3 (2001).
25. Goleminov N.G. Possible nuclear activity of dark matter // *Gravitation and cosmology*, Vol. 8, 2017-2020 (2002)