

ФИЗИКА НАШИХ ДНЕЙ

О реализации дискретных состояний в ходе флуктуаций в макроскопических процессах¹

С.Э. Шноль, В.А. Коломбет, Э.В. Пожарский,
Т.А. Зенченко, И.М. Зверева, А.А. Конрадов

Показано, что при последовательных измерениях любых процессов вследствие флуктуаций получают последовательность дискретных величин. Форма соответствующих гистограмм сходна в каждый данный момент для процессов разной природы и изменяется с высокой вероятностью одновременно в разных процессах и при больших расстояниях между лабораториями. В ряду последовательных гистограмм данная гистограмма с высокой вероятностью сходна с ближайшими соседями и повторяется с периодом в 24 часа, 27 суток и около 365 суток. Все это свидетельствует о весьма общей космофизической (космогонической) причине феномена.

PACS numbers: 01.90.+g, 06.20.+f, 89.90.+n

Содержание

1. Введение (1129).
2. Неслучайность тонкой структуры распределений (формы гистограмм) результатов измерений процессов разной природы (1131).
3. Неслучайность повторения формы гистограмм во времени (1132).
4. Синхронность реализации формы гистограмм в процессах разной природы (1134).
5. Синхронность реализации формы гистограмм в разных географических пунктах (1136).
6. Генераторы случайных чисел. Арифметическая природа тонкой структуры гистограмм. Изменение формы гистограмм как следствие фундаментальных физических причин (1137).
7. Случайность исходного временного ряда по стандартным критериям. Закономерность тонкой структуры как возможное следствие низкочастотной $1/f$ модуляции (1138).
8. Заключение (1138).

С.Э. Шноль. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, физический факультет
119899 Москва, Воробьевы горы, Россия
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
142292 г. Пушкино, Московская обл., Россия
Тел. (0967) 73-92-62. E-mail: shnoll@pbc.iteb.serpukhov.su

В.А. Коломбет, Э.В. Пожарский, Т.А. Зенченко
Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
142292 г. Пушкино, Московская обл., Россия
Тел. (0967) 70-56-30; (0967) 73-93-43
E-mail: kolomber@geocities.com; pozharski@geocities.com;
zenchenko@pbc.iteb.serpukhov.su

И.М. Зверева. Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ им. М.В. Ломоносова
119899 Москва, Воробьевы горы, Россия
Тел. (095) 939-50-31.

А.А. Конрадов. Институт биохимической физики РАН
117977 Москва, ул. Косыгина 4, Россия
Тел. (095) 938-21-72. E-mail: ak@sky.chph.ras.ru

Статья поступила 27 марта 1998 г., после доработки 4 июня 1998 г.

Список литературы (1139).

Послесловие (Д.С. Чернавский) (1139).

1. Введение

Предлагаемая статья является обзором работ, выполняемых в нашей лаборатории на протяжении более чем 40 лет. Начатые на биологических объектах, наши исследования последние годы все более приобретают чисто физический смысл. Результаты отдельных этапов этих исследований регулярно публиковались, преимущественно в биологических и биофизических изданиях, и мало известны физикам. В то же время выводы из наших работ, как нам кажется, затрагивают некоторые общезначимые представления.

В 1955 г. при измерениях скоростей биохимических реакций было обнаружено существование странного разброса результатов (получаемые величины группировались около двух-трех дискретных значений): промежуточные значения были очень редки. Измеряли скорость ферментативной АТФ-азной реакции — гидролиз АТФ в растворах мышечных белков — миозина и актомиозина. Первоначально это явление было объяснено особенностями фибриллярных белков, существованием дискретных конформаций их молекул и синхронизацией флуктуационных переходов молекул из одного состояния в другое [1]. Однако после нескольких лет исследований аналогичные картины были получены и при изучении растворов глобулярных белков. Затем, в качестве контроля, были проведены опыты с чисто химическими реакциями низкомолекулярных веществ и здесь полу-

¹ Феномен, описанный в статье, очевидно, вызовет удивление у читателей. Он затрагивает фундаментальные основы физики и пока не имеет объяснения. Эти причины привели к решению опубликовать эту статью в несколько необычной для нашего журнала форме с "послесловием" рецензента. (Примеч. редакционной коллегии.)

чили дискретные, с несколькими экстремумами, распределения результатов измерений.

Было показано, что эти распределения не являются тривиальными эффектами недостаточного числа измерений или каких-либо иных артефактов. Наблюдалось удивительное сходство тонкой структуры соответствующих гистограмм в разных опытах и явно закономерное изменение их формы в последовательных опытах. Возникло предположение, что во всех этих опытах проявляются особые свойства общего для всех реакций растворителя — воды. Однако аналогичные распределения скоростей были получены и при исследовании реакции в неводных растворителях. Тогда (в 1979 г.) в качестве "последнего контроля" были получены детальные распределения результатов измерений радиоактивности. Эффект был поразителен. Тонкая структура распределения результатов измерений радиоактивности — форма соответствующих гистограмм — оказалась чрезвычайно сходной при измерениях двух радиоактивных препаратов двумя независимыми автоматическими измерительными установками (рис. 9).

25 лет исследований позволили сделать вывод, что наличие дискретности в распределениях измеряемых величин имеет нетривиальный и весьма общий характер. Можно, впрочем, отметить, что эти исследования, начатые на растворах белков, стимулировали поиск и изучение колебательных процессов в биохимических, химических и физико-химических системах [3]. В частности, работа нашей лаборатории в этом направлении привела к значительному прогрессу в изучении гомогенной колебательной реакции Белоусова–Жаботинского [4, 5]. Однако наличием колебательных режимов нельзя было объяснить дискретные распределения результатов.

К 1983 г. мы убедились в том, что "макроскопическое квантование" характерно для процессов принципиально разной природы. Оно проявляется в биохимических реакциях с участием макромолекул белков, в гомогенных химических реакциях с участием низкомолекулярных соединений, а также при исследованиях различных физико-химических процессов: а) скоростей движения частиц латекса в электрическом поле, б) времени ожидания разряда в RC-генераторе на неоновой лампе, в) времени поперечной релаксации τ_2 протонов воды методом спин-эхо, г) измерениях амплитуд флуктуаций концентрации реагентов в реакции Белоусова–Жаботинского, д) интенсивности радиоактивного распада различных изотопов [6].

Ввиду необычности обсуждаемого феномена было предпринято тщательное, длительное, многостороннее его изучение. Основным объектом такого изучения по понятным причинам стали измерения различных типов радиоактивности.

Особое внимание было обращено на исключение возможных артефактов [6–11]. Было показано, что наблюдаемые феномены не зависят от используемых методов измерений и природы изучаемых процессов. В частности, измерения радиоактивности проводили посредством счетчиков Гейгера, жидких и твердых сцинтилляторов и полупроводниковых детекторов. Измеряли β -активность ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{60}Co , ^{204}Tl , а также вторичные рентгеновские кванты 5,9 кэВ и 6,3 кэВ, сопровождающие К-захват при превращении ^{55}Fe в ^{55}Mn . Однако основной материал для исследований представляют измере-

ния α -активности препаратов ^{239}Pu , неподвижно прикрепленных к полупроводниковым кремниевым детекторам. Были проведены необходимые контрольные измерения для исключения зависимости получаемых результатов от нестабильности температуры и напряжения в электрической сети, режима амплитудной дискриминации и т.п. Проблема исключения артефактов обсуждается и далее в тексте этой статьи.

Следует заметить, что обсуждаемый феномен не противоречит каким-либо "основам науки". В частности, нет сомнений во вполне случайном во времени характере радиоактивного распада и его подчинении статистике Пуассона. Просто существующие критерии согласия гипотез не чувствительны к тонкой структуре распределений. Поэтому вывод о закономерности дискретных распределений с наибольшей ясностью следует из детального совпадения форм гистограмм, получаемых независимо в разных сериях измерений. Мы наблюдали такое подобие форм гистограмм при одновременных независимых измерениях параметров совершенно разных процессов, в том числе и в лабораториях, удаленных друг от друга на сотни и тысячи километров.

Само по себе наличие нескольких узких пиков и впадин ("полиэкстремальность" соответствующих гистограмм), по-видимому, обусловлено чисто арифметическими причинами — алгоритмами взаимодействия "реагентов" в изучаемых процессах. В самом общем случае эти алгоритмы основаны на операциях умножения, деления, возведения в степень. Результаты этих операций с необходимостью дискретны — вероятность получения данной измеряемой величины (например, скорости реакции) тем выше, чем больше сочетаний сомножителей (например, мгновенных значений активностей реагентов) дают при перемножении данную величину (см. ниже). Форма соответствующих распределений — тонкая структура гистограмм — будет определяться распределением числа сомножителей в соответствующем отрезке натурального ряда чисел. Сказанное относится к процессам совершенно разной природы. Отсюда следует, что гладкие распределения гауссова или пуассоновского типа являются, как правило, результатами уменьшения числа разрядов в соответствующих гистограммах. В известном смысле именно гладкие распределения можно считать артефактами — результатами искусственного огрубления получаемых результатов [9].

Таким образом, дискретность распределения результатов измерений сама по себе не должна вызывать удивления. Однако закономерное изменение тонкой структуры гистограмм во времени, сходство этой структуры при независимых измерениях процессов разной природы не объяснимо чисто математическими закономерностями и является проявлением фундаментальных физических свойств нашего мира.

Не претендуя на выяснение природы этих свойств, можно констатировать:

при любых последовательных во времени измерениях процессов любой природы вследствие флуктуаций получают последовательность дискретных величин. Некоторые из этих величин встречаются существенно чаще других — наблюдаются "разрешенные" и "запрещенные" состояния макроскопических объектов. На соответствующих гистограммах видны экстремумы — "пики" и "впадины". Форма спектра

разрешенных и запрещенных состояний — относительные величины расстояний между уровнями и степень их заселенности — сходна в каждый данный момент для процессов разной природы и изменяется с высокой вероятностью одновременно в разных процессах, в том числе при больших расстояниях между лабораториями. Существует "время жизни" данной формы гистограмм — в ряду последовательных гистограмм с наибольшей вероятностью данная гистограмма сходна с ближайшими соседними гистограммами. Формы гистограмм с высокой вероятностью повторяются с периодом в 24 часа, около 27 суток, около 365 суток. Все это (закономерное изменение формы последовательных во времени гистограмм, их сходство при одновременных независимых измерениях процессов разной природы, в том числе в разных географических пунктах) свидетельствует о существовании весьма общей космофизической (космогонической) причины обсуждаемого феномена.

Ниже представлены основные данные, обосновывающие эти утверждения.

2. Неслучайность тонкой структуры распределений (формы гистограмм) результатов измерений процессов разной природы

На рисунке 1 представлены четыре "слоистые" гистограммы, построенные без сдвигов и без сглаживания, каждая по результатам 1200 последовательных измерений радиоактивности препарата ^{55}Fe . Измерения проводили посредством счетчика сцинтилляций и амплитудного анализатора "ORTEC" по числу вторичных рентгеновских квантов 5,9 кэВ и 6,3 кэВ, сопровождающих К-захват при превращении ^{55}Fe в ^{55}Mn . Средняя активность около 31500 имп/36 с. Шаг гистограммы по оси абсцисс 30 имп. Слоевые линии проведены через каждые 100 измерений. Суммарная продолжительность 1200 измерений в каждой гистограмме равна 12 ч. Измерения начаты в 23 ч 00 мин 18 февраля 1982 г. и закончены в 23 ч 00 мин 20 февраля 1982 г. На рисунке 1 видно подобие формы всех четырех независимо полученных гистограмм.

На рисунке 2 представлено распределение результатов 15000 измерений α -активности препарата ^{239}Pu , неподвижно укрепленного на полупроводниковом детекторе. Продолжительность одного измерения 6 с. Такие измерения в нашей лаборатории на протяжении многих лет проводятся круглосуточно на нескольких детекторах. Результаты измерений сохраняются в компьютерном банке (архиве) данных. По оси абсцисс на рис. 2 отложены величины радиоактивности (имп/6 с). Средняя активность около 90 имп/6 с. По оси ординат — число измерений с данной величиной α -активности. "Слоевые" линии проведены через каждые 1000 измерений.

На рисунках 1 и 2 видно наличие относительно узких экстремумов — некоторые значения измеряемой величины оказываются более вероятными, чем другие. Эта "полиэкстремальность" не обусловлена недостатком большим числом измерений — с ростом числа измерений дискретность также растет — увеличиваются высоты пиков и глубины впадин. Это явление не обусловлено и "статистической инерцией": при одновременных или близких по времени измерениях гистограммы данной

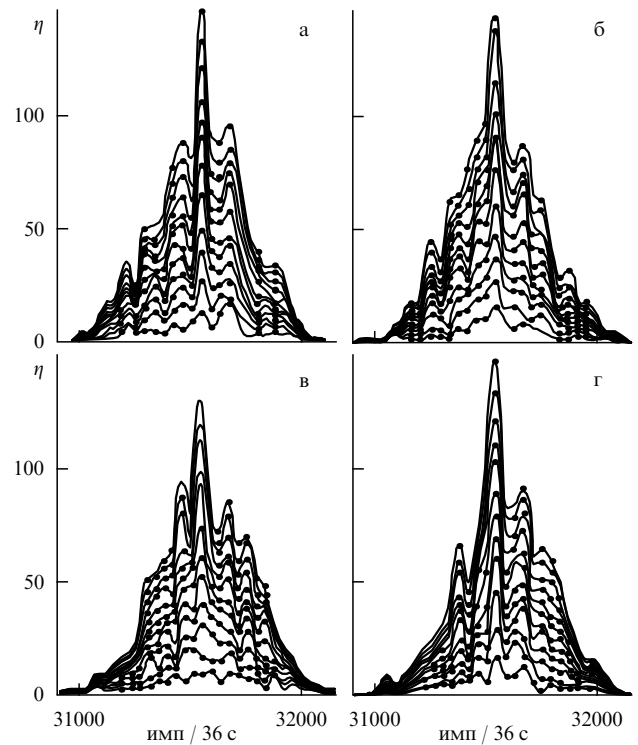


Рис. 1. Иллюстрация неслучайности тонкой структуры распределений результатов измерений радиоактивности. Четыре гистограммы, построенные без сдвигов и без сглаживания, каждая по результатам 1200 последовательных измерений радиоактивности препарата ^{55}Fe . Измерения посредством счетчика сцинтилляций и амплитудного анализатора ORTEC по числу вторичных рентгеновских квантов 5,9 кэВ и 6,3 кэВ, сопровождающих К-захват при превращении ^{55}Fe в ^{55}Mn . Средняя активность около 31500 имп/36 с. Разряд по оси абсцисс 30 имп. Слоевые линии проведены через каждые 100 измерений.

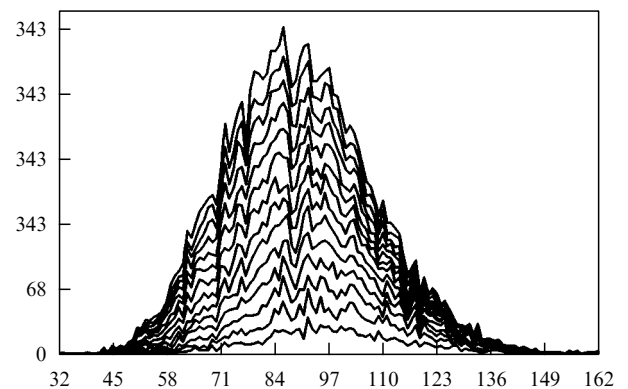


Рис. 2. Распределение результатов 15000 измерений α -активности препарата ^{239}Pu , неподвижно укрепленного на полупроводниковом детекторе. Без сдвигов и без сглаживания. Продолжительность одного измерения 6 с. По оси абсцисс отложены величины радиоактивности (имп/6 с). Средняя активность около 90 имп/6 с. По оси ординат — число измерений с данной величиной α -активности. "Слоевые" линии проведены через каждые 1000 измерений.

формы независимо повторяются. При огрублении гистограммы — увеличении величины разряда (шага) — полиэкстремальность нивелируется. Полиэкстремаль-

ность не противоречит подчинению процесса радиоактивного распада статистике Пуассона: существующие статистические критерии согласия гипотез нечувствительны к тонкой структуре таких гистограмм. Вывод о неслучайности этой тонкой структуры следует из сходства формы независимо получаемых гистограмм.

Относительная узость "пиков" и "впадин" означает, что полиэкстремальность не является следствием вероятностных причин: ширина этих экстремумов в соответствии со статистикой Пуассона должна быть порядка \sqrt{N} , где N среднеарифметическая величина. Значения N_i для соседних экстремумов очень близки и соответствующие распределения оказались бы взаимно перекрыты.

На рисунках 1 и 2 видно, что по мере увеличения числа измерений форма слоевых линий постепенно приобретает все более определенный вид. Однако, если построить распределения по меньшим выборкам, становится видно, что форма гистограмм все время изменяется. Так, на рис. 3 представлены первые 12 из 150 гистограмм, построенных по 100 последовательным измерениям, тем же, по которым построена слоистая гистограмма рис. 2. Гистограммы для удобства визуального сравнения сглажены. Видно, что форма последовательных гистограмм различна. Можно было бы объяснить эти различия малостью выборки и случайной природой наблюдаемых форм. Однако видно, что форма некоторых гистограмм удивительным образом сходна (1 и 2; 7 и 8; 7 и 12).

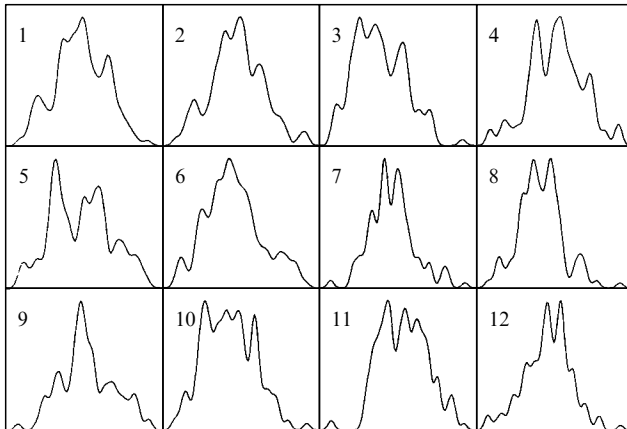


Рис. 3. Первые 12 из 150 гистограмм, построенных по 100 последовательным измерениям, тем же, по которым построена слоистая гистограмма рис. 2. Гистограммы для удобства визуального сравнения сглажены.

Для большей наглядности на рис. 4 совмещен ряд гистограмм этой серии. На рисунке 5 изображены типичные различаемые формы гистограмм. На этом рисунке гистограммы представлены с наложением одной сходной по форме гистограммы на другую для наглядной иллюстрации принятых критериев их сходства. Всего надежно различимо 15–25 вариантов формы — тонкой структуры дискретных распределений — спектра состояний, реализуемых в ходе флуктуаций.

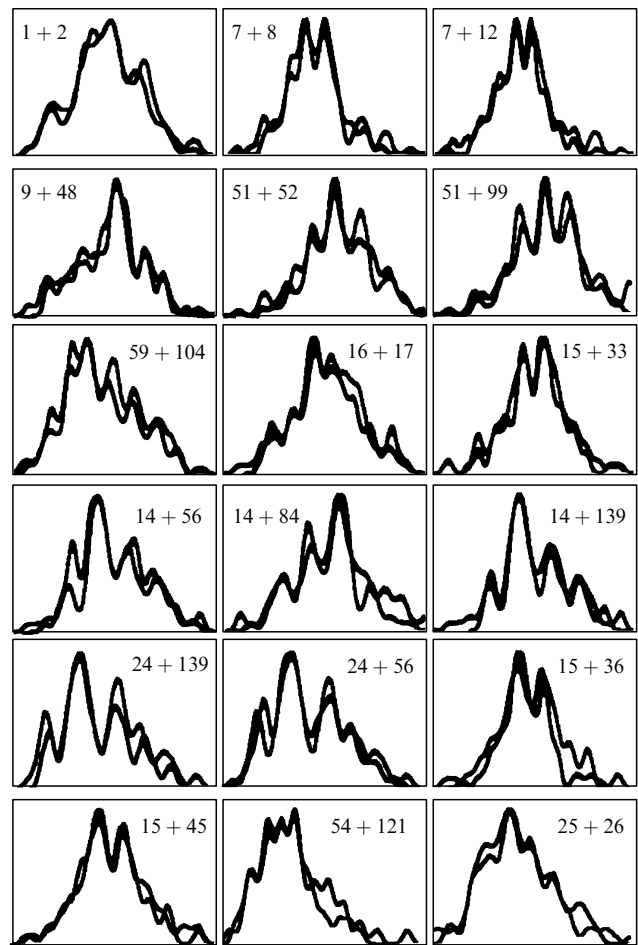


Рис. 4. Совмещен ряд гистограмм (рис. 3). Показана иллюстрация их сходства.

3. Неслучайность повторения формы гистограмм во времени

Очевидна малая вероятность повторного появления гистограмм одной и той же сложной формы. Однако более убедительным свидетельством неслучайности тонкой структуры распределений результатов измерений служит закономерное повторение их во времени. Для этого мы преобразуем получаемые временные ряды в ряды соответствующих гистограмм — распределения 60–100 последовательных чисел — результатов измерений. Для сравнения формы гистограмм и определения величин временных интервалов между сходными гистограммами была использована компьютерная программа "Histogram Manager", разработанная одним из авторов (Э.В. Пожарским). Для удобства визуального сопоставления формы эти гистограммы сглаживаются. При анализе сходства формы гистограмм допустимо их линейное растяжение или сжатие по горизонтали. Чтобы исключить субъективные эффекты, оценка сходства формы производится при зашифрованных номерах последовательных гистограмм. Выводы формулируются в результате сопоставлений десятков и сотен тысяч возможных сочетаний гистограмм. Как правило, число сходных по форме пар гистограмм составляет 2–5% от числа возможных сочетаний.

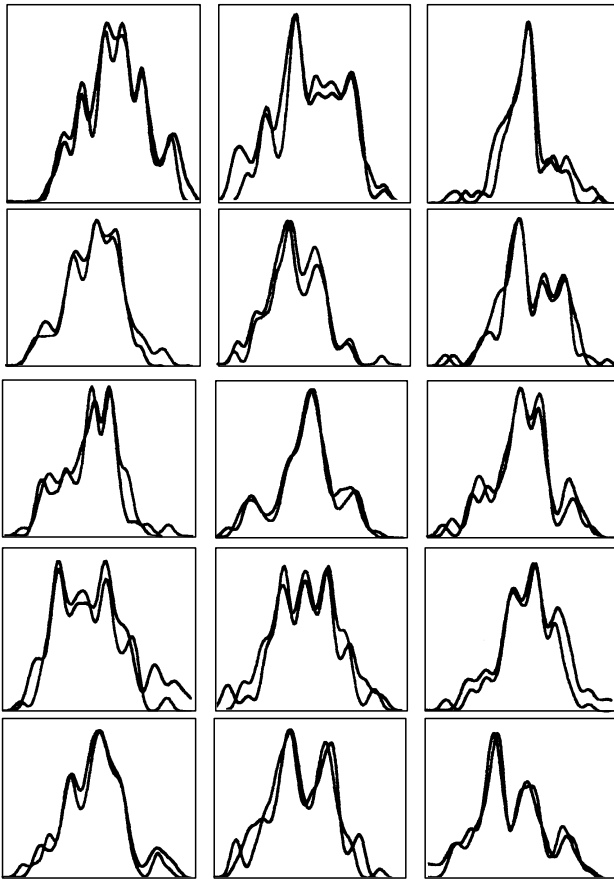


Рис. 5. Типичные различаемые формы гистограмм. Наложение одной сходной по форме гистограммы на другую для наглядной иллюстрации принятых критериев их сходства.

В результате такой работы было показано, что повторное появление той же формы в ряду последовательных гистограмм наиболее вероятно в ближайший соседний интервал времени. Это видно на рис. 6а, б, где приведено распределение временных интервалов между гистограммами сходной формы. Гистограммы были построены каждая по результатам 60-ти измерений α -активности препарата ^{239}Pu 6 с, т.е. за суммарное время 6 мин. На рисунке 6а интервал по оси абсцисс равен 6 мин. Видно, что вероятность повторения данной формы гистограмм наиболее велика в ближайшем соседнем интервале: на рис. 6а число таких случаев равно 51. В следующем интервале таких случаев 34, затем 24 и т.д. до 10–15 случаев в дальнейшем. На рисунке 6б для тех же самых результатов измерений интервал по оси абсцисс огрублен и равен 1 ч (10 гистограмм). Видно, что в ближайший час число сходных пар равно 275, в следующий — 210, а через 4–5 ч число сходных пар за час уменьшается до 110.

Сходство формы гистограмм в "ближней зоне" — весьма замечательное обстоятельство. Гистограммы строятся по неперекрывающимся рядам результатов независимых измерений. Радиоактивный распад следует статистике Пуассона; атомы распадаются независимо друг от друга. Следовательно, существует внешняя причина сходства формы соответствующих гистограмм. Более того, "идея данной формы" имеет некоторое "время жизни" — вероятность повторного появления

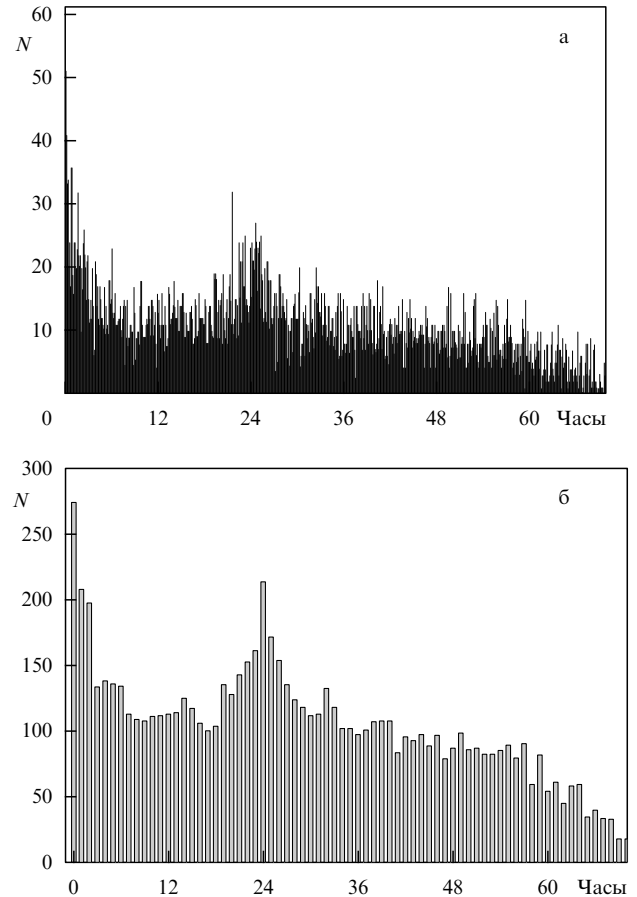


Рис. 6. Распределение временных интервалов между гистограммами сходной формы. Гистограммы построены каждая по 60 результатам шестисекундных измерений α -активности препарата ^{239}Pu , т.е. за суммарное время 6 мин: (а) интервал по оси абсцисс равен 6 мин, (б) интервал по оси абсцисс равен 1 ч (10 гистограмм).

данной формы достоверно и воспроизводимо больше в ближайших интервалах и убывает в последующих. А отсюда следует, что каждая из различаемых форм гистограмм неслучайна. Эта неслучайность не обусловлена свойствами измерительных приборов: счетчики работают в логике 0,1. Форма гистограмм не зависит от режима дискриминации амплитуды импульсов, вариантов методов измерений или каких-либо избирательных "предпочтений" пересчетных схем.

Однако неоднократные попытки определения временной характеристики внешней "силы", определяющей форму спектра реализуемых состояний, оказались неудачными. Мы строили гистограммы по одному и тому же числу измерений разной длительности, так что интервалы между гистограммами варьировали от 1 ч до 1 с. Тем не менее вид распределения интервалов был одинаковым — во всех случаях наиболее вероятным оказывалось сходство соседней по времени гистограммы. Эта типичная фрактальность требует для своего объяснения дальнейших экспериментов.

Повторное появление гистограмм данной формы с периодами 24 ч, 27 сут, 365 сут свидетельствует о наличии космофизического фактора, определяющего их форму.

Анализ распределения интервалов между сходными гистограммами в протяженных временных рядах показал, что существует не только относительная, как в

"ближней зоне", но и абсолютная временная зависимость повторного появления гистограмм данной формы.

Как видно на рис. 6, *наблюдается достоверное возрастание вероятности повторного появления гистограмм данной формы через 24 ч.* Весьма важно, что 24-часовой период наблюдается как при продолжительности измерений равной 6 с (6 мин одна гистограмма), так и при продолжительности измерений равной 60 с (60 мин одна гистограмма). В обоих случаях наблюдается достоверное возрастание вероятности повторного появления данной формы гистограмм с периодом около 24 ч.

Наличие 24-часового периода, как и сходство "ближайших соседей", — свидетельство существования внешней, по отношению к изучаемому объекту, природы изучаемого агента. Наиболее вероятно связь этого агента с вращением Земли вокруг своей оси. Понятна желательность более точного определения этого периода, однако для этого необходима дальнейшая работа.

Однако, помимо этой "связи с внешним миром", существуют другие, не менее существенные. Это следует из обнаруженных нами около 27 суточных и окологодичных периодов повторного появления гистограмм данной формы. На рисунке 7 представлено распределение интервалов между повторным появлением гистограмм данной формы в районе 27 сут. Гистограммы также строили по шестидесяти результатам шестисекундных измерений α -активности препарата ^{239}Pu . Разряд распределения на рис. 7 равен 1 ч (10 гистограмм). В более детальном изображении видны несколько экстремумов. На рисунке 7 наиболее выражен экстремум, соответствующий периоду 27–28 сут, что в точности совпадает с синодическим периодом Солнца относительно Земли.

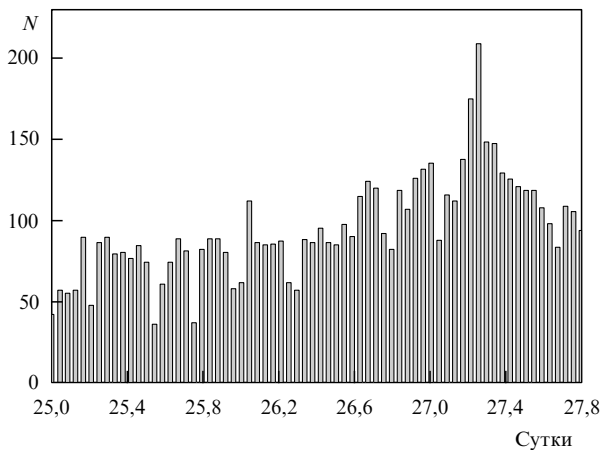


Рис. 7. Распределение интервалов между повторным появлением гистограмм данной формы в районе 27 сут. Гистограммы построены по 60 результатам шестисекундных измерений α -активности препарата ^{239}Pu . Разряд распределения равен 1 ч (10 гистограмм).

На рисунке 8 представлено аналогичное распределение интервалов повторного появления гистограмм данной формы через 360–367 сут. Видно три резких экстремума — 364,4; 365,2 и 366,6 сут. Второй экстремум кажется "естественным" — это период вращения Земли по околосолнечной орбите. Однако два остальных периода требуют особой интерпретации.

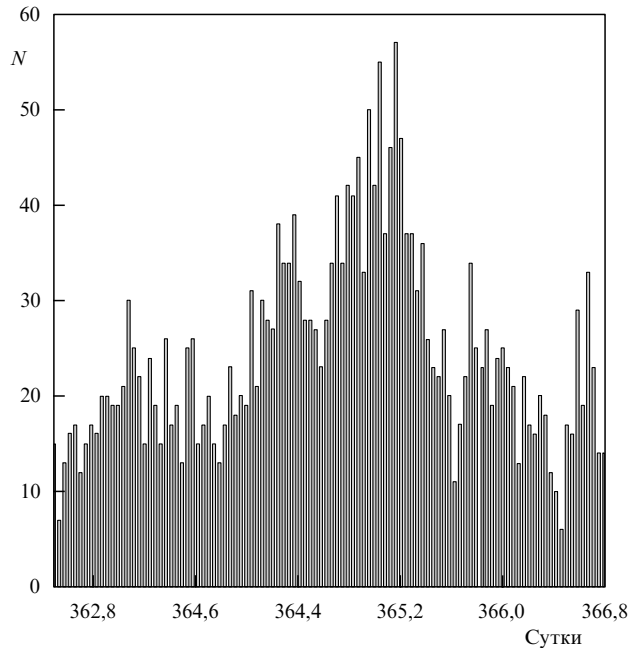


Рис. 8. Распределение интервалов повторного появления гистограмм данной формы через 360–367 сут. Гистограммы по 60 результатам шестисекундных измерений α -активности препарата ^{239}Pu . Видно три резких экстремума, соответствующих повторному появлению гистограмм через 364,4; 365,2 и 366,6 сут.

Из всей совокупности данных следует вывод, что "идея формы" — тонкая структура распределений результатов измерений процессов разной природы — определяется космофизическими факторами.

4. Синхронность реализации формы гистограмм в процессах разной природы

Высокая вероятность появления гистограмм сходной формы при одновременных независимых измерениях, в том числе процессов разной природы, и тем более в разных географических пунктах — важнейшее свидетельство фундаментального характера анализируемого феномена.

Первый такой результат был получен в декабре 1980 г. при измерениях двумя независимыми измерительными устройствами β -активности двух примерно равных по активности препаратов ^{14}C . Форма соответствующих гистограмм оказалась в деталях одинаковой (рис. 9). Никакими тривиальными причинами такое сходство объяснить не удалось. В дальнейшем мы неоднократно наблюдали этот феномен.

Весьма важным свидетельством нетривиальности схождения тонкой структуры распределений результатов были аналогичные эффекты при измерениях процессов разной природы. Мы наблюдали сходные формы гистограмм при одновременных измерениях β -активности ^3H или ^{14}C , скорости реакции аскорбиновой кислоты (АК) и дихлорфенолиндифенола (ДХФИФ), α -активности препарата ^{239}Pu , электрофоретической подвижности частиц латекса, времени поперечной релаксации T_2 протонов воды, времени ожидания разряда неоновой лампы в РС-генераторе, измерениях флуктуаций амплитуд колебаний в реакции Белоусова – Жаботинского. Во всех этих

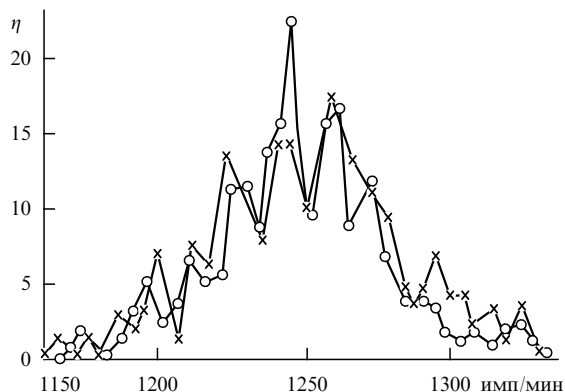


Рис. 9. При синхронных измерениях радиоактивности двух препаратов ^{14}C на двух независимых автоматических установках SL-30 и SL-40 получаются весьма сходные гистограммы. Опыт 28.12.80.

сочетаниях использовали разные методы, природа процессов была различной, а формы гистограмм были с высокой вероятностью сходными [6–11].

Представление о сходстве формы гистограмм при одновременных измерениях процессов разной природы дает рис. 10 из [6, 7]. На этом рисунке совмещены две гистограммы опыта 4 июля 1984 г.: одна построена по 250 измерениям скорости реакции АК и ДХФИФ, другая

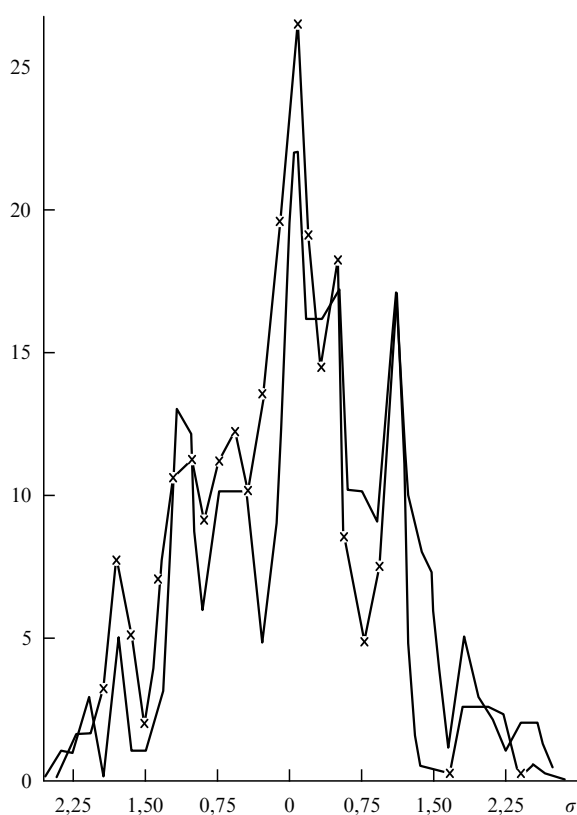


Рис. 10. Иллюстрация сходства формы гистограмм при одновременных измерениях процессов разной природы [6, 7]. Совмещены две гистограммы опыта 4.07.1984 г. — одна построена по 250 измерениям скорости химической реакции аскорбиновой кислоты с дихлорфенолиндофенолом, другая по такому же числу синхронных измерений β -активности ^{14}C .

— по такому же числу синхронных измерений β -активности ^{14}C . Измерения проводили в соседних зданиях разными методами. Скорость химической реакции измеряли по изменению оптической плотности фотоколориметром, радиоактивность — жидким сцинтилляционным счетчиком в автоматическом режиме. При совмещении гистограмм, характеризующих разные процессы, существен подбор правильного масштаба по оси абсцисс. В данном случае масштаб по абсциссе выражен в единицах среднеквадратичного отклонения для обоих процессов.

Оценку достоверности этого эффекта можно получить из формы распределения интервалов между сходными гистограммами. На рисунке 11 представлено такое распределение, полученное из сопоставления формы гистограмм, построенных по результатам измерения α -активности двух препаратов ^{239}Pu двумя независимыми полупроводниковыми детекторами. Видно, что вероятность сходства формы синхронных гистограмм (интервал равен нулю) существенно больше, чем в несинхронных измерениях. Из 541 пары сходных гистограмм в этом распределении 154 пары оказались сходными в одно и то же время. Вероятность получения сходных гистограмм еще довольно велика в двух ближайших интервалах стороны, но затем быстро уменьшается.

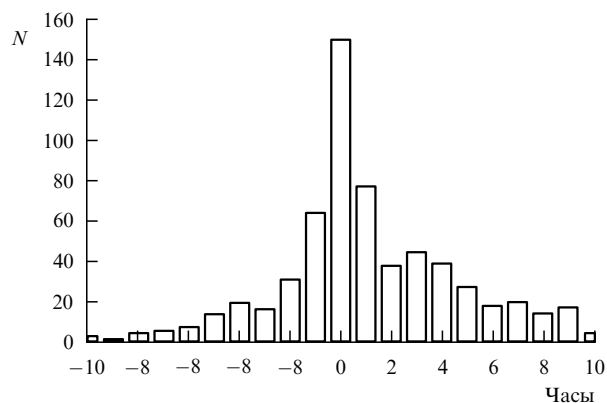


Рис. 11. Распределение отклонений от точного синхронного совпадения формы гистограмм, построенных по результатам измерения α -активности двух препаратов ^{239}Pu в Пушкино 31 января — 2 февраля 1996 г. По оси абсцисс — отклонения от точного совпадения во времени в часах интервалов. По оси ординат — число пар гистограмм, соответствующих данной величине отклонения.

Гораздо более резкая зависимость получена в измерениях одного из авторов (И.М. Зверевой) при измерениях α -активности различных изотопов семейства ^{226}Ra , находящегося в вековом равновесии с продуктами своего распада: ^{222}Rn , ^{218}Po , ^{214}Po , ^{210}Po [12]. Различия в энергиях α -частиц этих изотопов позволяют отдельно измерять их α -активность посредством одного полупроводникового детектора, соединенного с амплитудным анализатором. На рисунке 12 представлено распределение интервалов между сходными гистограммами, построенными по измерениям α -активности ^{226}Ra , ^{218}Po и ^{214}Po . Видно резкое преобладание вероятности синхронного (интервал равен нулю) совпадения формы независимо определяемых гистограмм над всеми другими интервалами. Этот результат более детально обсужден в специальной публикации [13].

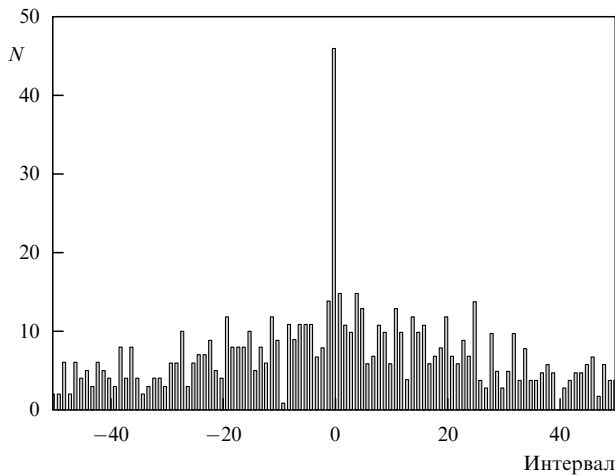


Рис. 12. Распределение интервалов между сходными гистограммами, построенными по измерениям α -активности ^{226}Ra , ^{218}Po и ^{214}Po одним полупроводниковым детектором, соединенным с амплитудным анализатором. Видна наибольшая вероятность появления сходных гистограмм в одно и то же время (интервал равен нулю).

5. Синхронность реализации формы гистограмм в разных географических пунктах

В опытах, проведенных в марте–июле 1982 г., были сопоставлены формы гистограмм, построенных по синх-

ронным измерениям посредством полупроводникового детектора α -активности препарата ^{239}Pu в Москве, (МИФИ, Н.Б. Хохлов, М.П. Шарапов) и с помощью сцинтилляционного счетчика β -активности ^{14}C в Пущино (ИБФ, В.И. Брусков, В.Д. Ражин). При расстоянии между лабораториями около 100 км более 60 % синхронных пар гистограмм имели сходную форму.

В 1983–1984 гг. аналогичные сопоставления формы гистограмм были выполнены по измерениям β -активности ^3H в Ленинграде (А.Ю. Сунгуров) и α -активности препарата ^{239}Pu в Пущино (В.А. Коломбет) (расстояние более 700 км) и также обнаружено достоверное сходство формы гистограмм, построенных по этим измерениям.

Аналогичные результаты были получены при сопоставлении формы гистограмм, построенных по измерениям флуктуаций параметров реакции Белоусова–Жаботинского в Томске (Л.П. Агулова) и флуктуаций скорости реакции АК с ДХФИФ в Пущино.

Измерения α -активности препарата ^{239}Pu были проведены А.Н. Заикиным в 1987 г. на корабле в Тихом океане и в 1988 г. — в Индийском океане, а в 1990 г. одним из авторов (В.А. Коломбет) — в районе Полярного круга на Беломорской биостанции МГУ. Во всех случаях было произведено сопоставление форм гистограмм с синхронными измерениями в Пущино.

На рисунке 13 представлено распределение интервалов между сходными гистограммами, построенными по измерениям на корабле в Индийском океане и в лаборатории в Пущино. Видно, что и в этом случае высока

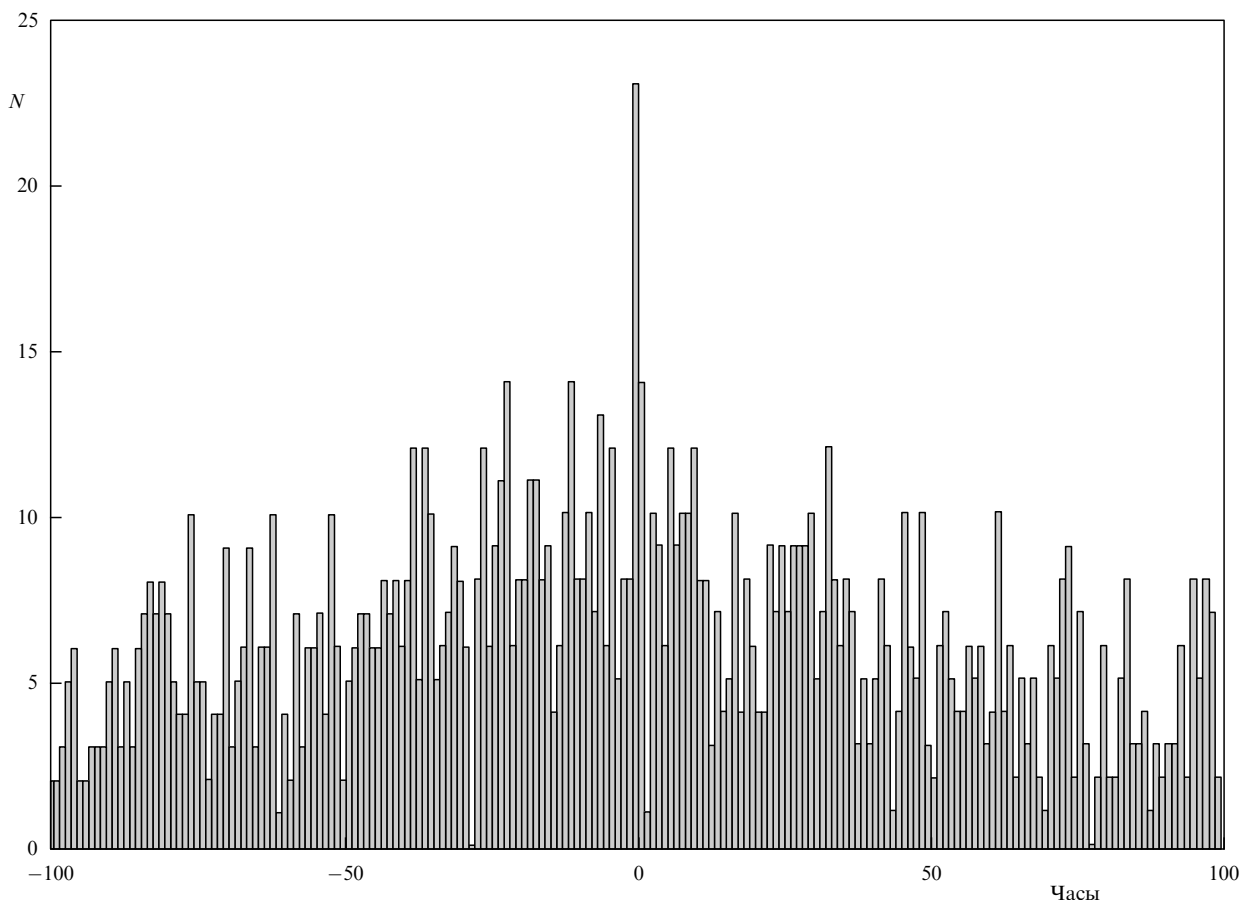


Рис. 13. Распределение интервалов между сходными гистограммами, построенными по измерениям на корабле в Индийском океане и в лаборатории в Пущино. Наиболее вероятно получение сходных по форме гистограмм при синхронных измерениях.

вероятность получения сходных гистограмм при синхронных измерениях. Аналогичные результаты получены для опытов на Полярном круге.

Следует отметить, что измерения на корабле в Индийском океане, на ББС МГУ (Полярный круг) и в Пушино проводили в одном и том же часовом поясе - долготы этих пунктов близки между собой.

В синхронных измерениях на корабле в Тихом океане и в Пушино была получена более сложная картина: на соответствующих графиках распределения интервалов между сходными гистограммами имеется несколько достоверных экстремумов. Их анализ в дальнейшем может выявить более сложные временные зависимости в разных географических пунктах.

Среди прочего, результаты сопоставления формы гистограмм, построенных в разных географических пунктах, окончательно исключают предположения о каких-либо артефактах типа изменения частоты или напряжения в общей электрической сети, суточного дрейфа температуры или интенсивности радиопомех. Измерения при автономном электрическом питании внутри стальных корпусов корабля, находящегося в автономном плавании над километровыми толщами морской воды и сходная тонкая структура соответствующих гистограмм, полученных при синхронных измерениях за тысячи километров в условиях институтской лаборатории в Пушино, никак не могут быть отнесены на счет каких-либо артефактов.

6. Генераторы случайных чисел. Арифметическая природа тонкой структуры гистограмм. Изменение формы гистограмм как следствие фундаментальных физических причин

В связи со всем сказанным выше естественно попытаться произвести сравнение тонкой структуры распределений двух "генераторов случайных чисел": физического — процесса радиоактивного распада и математического — соответствующей компьютерной программы. Результат, полученный нами много лет тому назад, был поразительным: формы компьютерных гистограмм, имитирующих статистику Пуассона, ничем не отличались от гистограмм, построенных по результатам измерений радиоактивности.

Также было получено ограниченное число четко различимых форм, и сами эти типичные формы в обоих случаях были очень похожи. Однако дальнейший анализ показал принципиальное отличие двух "генераторов" (вероятность повторного появления компьютерных гистограмм не убывает с возрастанием величины интервалов): нет "эффекта ближней зоны" и нет какой-либо закономерной периодичности. Таким образом:

1. Сами по себе характерные дискретные формы гистограмм обусловлены арифметическими причинами. И эти причины одинаковы и в физических процессах, и в компьютерных программах.

2. Однако в физических процессах арифметические причины образования дискретных распределений управляются внешним, универсальным, глобальным по масштабу действия внешним агентом.

Основной арифметической причиной дискретности распределений результатов в физических и математических генераторах случайных чисел, возможно, являются

алгоритмы умножения, деления, возведения в степень, характерные для обоих случаев [9].

В самом деле, любые физические процессы основаны на *взаимодействиях*. При неупругих взаимодействиях флуктуирующих величин скорость изучаемых процессов в самом общем виде *определяется* произведением мгновенных значений *активностей* (концентраций) реагентов:

$$V_t = k[A]_t[B]_t,$$

где V_t , $[A]_t$, $[B]_t$ — мгновенные значения соответственно скорости реакции (т.е. измеряемой величины) и концентраций реагентов A и B . При многократном повторном измерении величина V_t будет определяться случайным сочетанием величин $[A]_t$ и $[B]_t$. Ясно, что некоторые значения V_t будут встречаться часто (если возможно много вариантов сочетания величин $[A]_t$ и $[B]_t$, перемножение которых дает данное значение V_t), некоторые — редко. Никогда при перемножении не будут реализовываться простые числа. Иными словами, частота появления данной величины V_t определяется числом всех возможных сомножителей данного числа. Эти простые соображения показывают, что при реализации всех возможных комбинаций сомножителей, т.е. в нашем случае мгновенных значений $[A]_t$ и $[B]_t$, должны получаться дискретные распределения вероятности реализации величин V_t . Форма этих распределений в пределе определяется распределением числа сомножителей в натуральном ряду чисел. Стоит обратить внимание на то, что при вполне случайных сочетаниях возможных сомножителей получается тем более закономерная форма распределений, чем полнее перебор возможных сочетаний.

Таким образом, дискретные распределения с резко неодинаковой вероятностью реализации отдельных значений измеряемых величин — обязательное следствие алгоритмов взаимодействия реагентов в процессах разной природы. На самом деле, в реальных физических процессах возможны более сложные, многоэтапные процессы. Однако это может привести лишь к еще большей дискретности. Гладкие распределения получают лишь в результате искусственных процедур — огрублении разрядов в гистограммах и их сглаживании.

В компьютерных генераторах случайных чисел ситуация сходна. Все эти генераторы основаны на алгоритмах умножения и деления — аналогах неупругих взаимодействий в физике. Попытка "запутать" картину отбрасыванием начальных или конечных разрядов в многоразрядном числе не уничтожает дискретность, обусловленную процедурами умножения или возведения в степень.

Таким образом, компьютерные генераторы случайных чисел могут служить ценной моделью для исследования арифметической природы дискретных распределений.

Значительно сложнее представить себе природу *универсального* агента, управляющего реализациями конкретных форм дискретных распределений. Одной из возможностей здесь может быть изменение масштаба в натуральном ряду чисел, т.е. "изменение размера единицы". Например, единицы времени. Такое глобальное изменение масштаба мира может быть следствием гравитационных возмущений — изменения кривизны пространства – времени. Для сколько-нибудь плодотворного анализа этой гипотезы, по-видимому, понадобятся

экспериментальные исследования в условиях различных гравитационных возмущений

7. Случайность исходного временного ряда по стандартным критериям. Закономерность тонкой структуры как возможное следствие низкочастотной $1/f$ модуляции

Естественен вопрос о связи дискретных распределений с закономерностями хода изучаемых процессов во времени. Многократный анализ традиционными методами показал, что в изученных нами процессах такую связь выявить не удастся. Как и следовало ожидать, процесс радиоактивного распада во времени по принятым критериям вполне случаен — это "белый шум" [14]. Здесь может быть уместна аналогия с атомарными спектрами — наличие дискретных уровней энергии и вполне случайный переход между уровнями. Однако в нашем случае инвариантна лишь форма гистограмм — относительные расстояния между уровнями и относительная "заселенность" этих уровней. Абсолютные расстояния (в единицах измеряемых параметров разных процессов) могут изменяться с сохранением подобия формы соответствующих гистограмм. Это позволяет при сравнении формы проводить линейные растяжения и сжатия соответствующих фигур. Таким образом, обсуждаемое "макроскопическое квантование" отличается от квантования энергии.

Среднеквадратичная амплитуда макроскопических флуктуаций изменяется во времени, по-видимому, независимо от изменений формы гистограмм. Есть ряд оснований полагать, что и этот параметр зависит от космофизических факторов. В частности, среднеквадратичная амплитуда "разброса результатов" при исследованиях химических и биохимических процессов почти строго отрицательно коррелирует с солнечной активностью. Это видно на рис. 14 из [6, 7].

Утверждение о несвязанности изменений формы гистограмм с особенностями временных рядов,

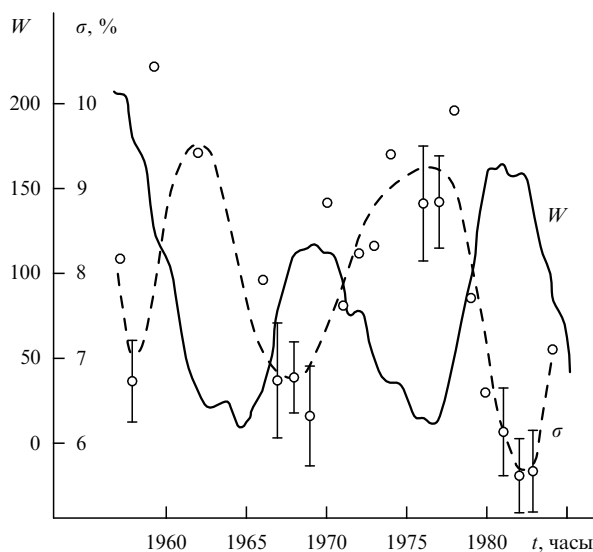


Рис. 14. Среднеквадратичная амплитуда "разброса результатов" σ^2 при исследованиях химических и биохимических процессов отрицательно коррелирует с солнечной активностью — числами Вольфа W [6, 7].

возможно, потребует уточнений в связи с очень ярким эффектом зеркальной симметрии в ряду последовательных гистограмм. Форма значительной части (около 30%) гистограмм совпадает при их совмещении после зеркального поворота вокруг вертикальной оси. Это относится и к гистограммам очень сложной формы. Эффект "зеркальности", существование "правых" и "левых" гистограмм, можно было бы объяснить, допустив низкочастотную $1/F$ модуляцию временных рядов. В этом случае характерная форма гистограмм определялась соотношением амплитуд и частот такой модуляции, а эффект зеркальности соответствующими сдвигами по фазе отрезков временного ряда, используемых для построения гистограмм [15].

Полагая основной задачей этой статьи обзор феноменологии, мы ограничиваемся приведенным обсуждением.

8. Заключение

Завершая краткий обзор исследований нашей лаборатории, представляется желательным попытаться ответить на некоторые естественно возникающие вопросы. От первой публикации по проблеме в 1958 г. прошло 40 лет [1]. Чем объясняется отсутствие за прошедшее время аналогичных работ других лабораторий? Дело прежде всего в "твердом знании основ науки" большинством исследователей. Речь идет о "разбросе результатов" при измерениях. "Разброс результатов" — это то, с чем следует бороться, а не искать в нем тонкие закономерности. Когда в опытах физиков и химиков разброс результатов кажется больше ожидаемого из учета возможных неточностей отдельных этапов измерений и, тем более, проявляет дискретный характер, физики берут в руки отвертки и паяльники, а химики занимаются очисткой реактивов и проверкой качества дистиллированной воды. Вторая причина — принятые методы статистической обработки результатов, основанные на центральных предельных теоремах, не приспособлены к анализу тонкой структуры распределений. Критерии согласия гипотез эту тонкую структуру "не замечают". Поэтому получаемые распределения сглаживают и угрубляют, что не мешает вычислению первых трех статистических моментов. При этом замечательно, что для подавляющего большинства задач нет необходимости в знании тонкой структуры распределений. Третья причина — сомнения в истинности явления. Разброс результатов ассоциирован с понятием "ошибки". На поиск возможных артефактов потребовалось много лет. Поэтому наша основная задача состояла в "доказательстве теоремы существования". Можно полагать эту задачу выполненной. Однако само явление — реализация дискретного спектра разрешенных состояний, сходного в каждый данный момент в процессах совершенно разной природы и определяемого космофизическими причинами — требует для восприятия психологического напряжения. Следует заметить, что многие годы процесс построения и сопоставления формы гистограмм был чрезвычайно трудоемким. Только развитие компьютерных программ одним из авторов (Э.В. Пожарским) существенно облегчило и резко повысило продуктивность этой ежедневной работы. Доказательство истинности феномена — первый и необходимый этап. Множество интересных проблем предстоит исследовать. Необ-

ходимо доказательство ряда теорем и развитие новых компьютерных методов. Необходимы опыты на спутниках и космических станциях. Желательна организация глобальных экспериментов — синхронных измерений в разных географических пунктах. Наконец, самое главное, необходимо развитие теории, объясняющей природу этого явления. Все это можно ожидать в последующем. Мы же, завершая эту статью, полагаем выполненной свою задачу — сообщение о предмете будущих исследований.

Авторы чрезвычайно признательны С.Е. Северину, Л.А. Блюменфельду, Г.М. Франку, Г.Р. Иваницкому, М.Н. Кондрашовой, В.А. Твердислову, Ф.И. Атауллаханову за ободряющую поддержку при выполнении на протяжении многих лет этих исследований. Мы с благодарностью отмечаем ценные обсуждения с Б.М. Владимирским и А.Н. Заикиным, а также многолетнее участие в проведении экспериментов Т.Я. Бричиной, Н.П. Ивановой, Л.М. Овчинниковой, Т.С. Маловой, Н.Н. Торбиной, Н.В. Удальцовой, Е.В. Дещеревской. Нам было полезно обсуждение этой работы на семинаре С.С. Герштейна в Протвино и семинаре В.Л. Гинзбурга в ФИАНе. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 96-15-97853

Список литературы

1. Шноль С Э *Вопросы медицинской химии* 4 (6) (1958)
2. Шноль С Э, в кн. *Молекулярная биофизика* (Ред. Г М Франк) (М.: Наука, 1965) с. 56
3. Шноль С Э, в кн. *Коллективные процессы в биологических и химических системах* (Ред. Г М Франк) (М.: Наука, 1967) с. 20
4. Белоусов Б П, в кн. *Сборник рефератов по радиационной медицине за 1958 г.* (М.: Медгиз, 1959) с. 145 и в кн. *Автоволновые процессы в системах с диффузией* (Ред. М Т Грехова) (Горький, 1981) с. 176
5. Жаботинский А М *Концентрационные автоколебания* (М.: Наука, 1974) с.178
6. Шноль С Э, в кн. *Итоги науки и техники. Молекулярная биология* Т. 5 (Ред. В П Скулачев) (М.: ВИНТИ, 1985) с. 130
7. Удальцова Н В, Коломбет В А, Шноль С Э *Возможная космофизическая обусловленность макроскопических флуктуаций в процессах разной природы* (Пушино: ОНТИ НЦБИ, 1987) с. 96
8. Шноль С Э и др. *Биофизика* 34 (4) 711 (1989)
9. С Э Шноль и др. *Биофизика* 1 (3) 467 (1992)
10. Шноль С Э, Коломбет В А *Физическая мысль России* 1 87 (1995)
11. Шноль С Э *Биофизика* 40 (4) 865 (1995)
12. Шноль С Э и др. *Российский химический журнал* 41 (3) 30 (1997)
13. Зверева И М, Зенченко Т А, Пожарский Э В, Шноль С Э *Биофизика* 43 (4) (1998) (в печати)
14. Бодрова Н Б, Удальцова Н В, Иванов П С, Шноль С Э "О неслучайности формы "несостоятельных" гистограмм", Препринт ИБФ АН СССР (Пушино: НЦБИ, 1989)
15. Заикин А Н личное сообщение

Послесловие

Приведенная выше статья несколько необычна. Автор ее — С.Э. Шноль с сотрудниками — известный биолог, тем не менее, в статье речь идет не только и не столько о биологии (хотя и о ней тоже), но и о чистой физике — радиоактивном распаде. В результате многолетних экспериментов удалось обнаружить несколько (точнее, два) новых явлений.

Цель послесловия — обсудить, почему эти явления могут быть интересны для физиков и какую роль они могут играть в развитии науки. При этом будем пред-

полагать, что результаты экспериментов достоверны и не являются артефактами. Сомневающиеся могут повторить эксперимент и подтвердить (или опровергнуть) его результаты.

Первое явление связано с необычным характером флуктуаций как при радиоактивном распаде, так и в других процессах. Поясним его суть на примере α -распада. Рассмотрим временной ряд измерений числа распадов. Выберем интервал времени Δt такой, что среднее число распадов \bar{n} в течение Δt было много больше единицы (например, $\Delta t = 6$ с и $\bar{n} \approx 100$). Будем считать, что полное время измерений T достаточно велико $T \gg \Delta t$, так что число интервалов много больше единицы. В каждом конкретном интервала Δt_i число распадов n_i отличается от среднего значения \bar{n} .

Просуммируем число интервалов, в которых число распадов равно n_i . Сумму обозначим $N_i(n_i)$ и отложим ее по ординате; по абсциссе отложим число n_i . Так построены гистограммы, о которых идет речь в обсуждаемой статье.

Суть наблюдаемого явления заключается в следующем.

На первый взгляд кажется, что максимум гистограммы будет соответствовать среднему числу распадов \bar{n} , а зависимость высоты столбика от числа n_i будет монотонно падать с ростом отклонений n_i от \bar{n} . Эта уверенность основана на предположении о том, что вероятность флуктуации тем меньше, чем больше сама флуктуация.

Более того, представьте себе, что некий физик-теоретик захотел бы имитировать временной ряд α -распадов и построить соответствующую гистограмму. Допустим, что вычислять вероятность α -распада на основе квантовой механики теоретик умеет. Далее ему предстоит вычислять вероятность флуктуаций. Здесь он может поступить двояко.

Во-первых, он может предположить, что флуктуации распределены случайно, по определенному закону, согласно которому большие флуктуации редки по сравнению с малыми (допустим, по закону Пуассона). Тогда он получит гистограмму монотонно падающую с ростом отклонений от среднего.

Во-вторых, теоретик может использовать "идеальную" случайную функцию и симулировать временной ряд на компьютере. В случае, если он использует "идеальный" датчик случайных чисел, то он тоже получает монотонно падающую гистограмму. (Отметим, что понятие "идеальный" датчик само нуждается в уточнении.)

"Тут лягушка прыгает в воду": в работах С.Э. Шноля и других показано, что эксперимент не согласуется с этими выводами теоретика — собственно в этом и состоит первое явление.

Оказывается, что число наблюдающихся флуктуаций в зависимости от величины отклонения то увеличивается, то уменьшается и, вообще, ведет себя не монотонно. Точнее, на фоне монотонного падения наблюдается четкая периодическая картина такая, например, как на рис. 9.

Более того, показано, что эта картина воспроизводима, т.е. при определенных условиях повторяется.

Возникает вопрос: почему нас подвела интуиция и почему теоретик ошибся? Единственный спорный момент в его рассуждениях состоит в интерпретации

понятий "вероятность" и "случайность". Сами по себе эти понятия еще не определяют ответ на вопрос, как будут распределены флуктуации.

Случайность и вероятность тесно связаны с понятием "хаос", которое, как сейчас уже ясно, само требует уточнения. Известно, что имеется много разных "хаосов" и распределения флуктуаций в них не одинаковы. Можно приготовить и такой "хаос", в котором вероятность флуктуации будет монотонно падать с ростом ее величины. Можно условиться считать, что именно такой "хаос" является истинным (или "идеальным"). Можно, однако, представить себе и такой "хаос", в котором распределение флуктуаций не монотонно и, более того, соответствует приведенным в статье гистограммам.

Отсюда следуют два вывода:

I. Гистограммы С.Э. Шноля содержат новую информацию о характере случайного процесса, о которой раньше никто не задумывался.

II. Постулат измерения в квантовой механике, по меньшей мере, не полон. Действительно, когда мы говорим, что " α -распад происходит случайно, так, что вероятность застать и т.д." необходимо уточнить, какого характера эта случайность и какого типа "хаос" лежит в

ее основе. Без этого уточнения мы теряем возможность предсказывать ряд наблюдаемых явлений.

Отсюда ясно значение первого явления, описанного в статье.

Второе явление связано с периодическим изменением тонкой структуры гистограмм. Показано, что тонкие структуры гистограмм весьма различных случайных процессов (физических, химических, биологических и т.д.) сходны друг с другом и изменяются синхронно. Более того, их периодические изменения коррелируют с изменениями в солнечной системе нашей галактики и, возможно, в нашей вселенной. Для оценки значения этого явления необходимо сперва разобраться в причинах и механизме возникновения первого явления.

Автор статьи не предлагает никаких объяснений наблюдаемым явлениям и не выдвигает никаких гипотез о возможных механизмах их возникновения. И правильно делает! Обо всем этом читатель может и должен задуматься сам, в этом, собственно, и состоит цель публикации статьи.

Д.С. Чернавский

On discrete states due to macroscopic fluctuations

S.E. Shnoll

M.V. Lomonosov Moscow State University, Physics Department

Vorob'evy Gory, 119899 Moscow, Russia

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics (ITEB), Russian Academy of Sciences

142292 Pushchino, Moscow Region, Russia

Tel. (7-0967) 73-92 62. E-mail: shnoll@pbc.iteb.serpukhov.su

V.A. Kolombet, E.V. Pozharskii, T.A. Zenchenko

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics (ITEB), Russian Academy of Sciences

142292 Pushchino, Moscow Region, Russia

Tel. (7-0967) 70-56 30; (0967) 73-93 43

E-mail: kolombet@geocities.com; pozharski@geocities.com; zenchenko@pbc.iteb.serpukhov.su

I.M. Zvereva

M.V. Lomonosov Moscow State University, Nuclear Physics Institute (NPI)

Vorob'evy Gory, 119899 Moscow, Russia

Tel. (7-095) 939-50 31

A.A. Konradov

Institute of Biochemical Physics (IBCP), Russian Academy of Sciences

ul. Kosygina 4, 117977 Moscow, Russia

Tel. (7-095) 938-21 72. E-mail: ak@sky.chph.ras.ru

It is shown that due to fluctuations, a sequence of discrete values is generated by successive measurement events whatever the type of the process measured. The corresponding histograms have much the same shape at any given time and for processes of a different nature and are very likely to change the shape simultaneously for various processes and in widely distant laboratories. For a series of successive histograms, any given one is with high probability similar to its nearest neighbours and occurs repeatedly with a period of 24 hours, 27 days, and about 365 days, thus implying that the phenomenon has a very profound cosmophysical (or cosmogonic) origin.

PACS numbers: **01.90. + g**, **06.20. + f**, **89.90. + n**

Bibliography — 15 references

Received 27 March 1998, revised 4 June 1998