

«... нельзя исключать возможность того,
что мы даже на фундаментальном
уровне еще не знаем чего-то
необходимого для редукции»
В.Л. Гинзбург (УФН Т. 169, № 4,
стр. 437)

DOI: 10.12737/2306-174X-2021-71-81

ПРОБЛЕМА РЕДУКЦИИ В ФИЗИКЕ И БИОЛОГИИ

В.В. ЕСЬКОВ¹, В.А. ГАЛКИН², В.Г. ГАЗЯ², Т.В. ГАВРИЛЕНКО¹

¹БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

²ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, г. Сургут, Россия, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

Аннотация. Возможности применения моделей, методов и законов физики к изучению биосистем неоднократно обсуждались различными выдающимися физиками 20-го века. Шесть нобелевских лауреатов были уверены в редукции физики на биосистемы (E. Schrodinger, A.V. Hill, I.R. Prigogine, M. Gell-Mann, R. Penrose и В.Л. Гинзбург). Однако действительность оказалась иной. Прав был W. Weaver, который отрицал редукцию всей детерминистской и стохастической науки на биосистемы. Оставался вопрос о возможностях динамического хаоса в описании биосистем. Статья показывает, что это тоже невозможно. Биосистемы не генерируют динамический хаос Лоренца, они демонстрируют резкую смену старшего показателя Ляпунова λ_1 и пересечение фазовых траекторий в фазовом пространстве состояний.

Ключевые слова: редукция, динамический хаос, биосистемы, эффект Еськова-Зинченко.

PROBLEM OF REDUCTION FOR PHYSICS AND BIOLOGY

V.V. ESKOV¹, V.A. GALKIN², G.V. GAZYA², T.V. GAVRILENKO¹

¹Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

²Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy of Sciences, Special division in Surgut, Bazovaya Str. 34, Surgut, Russia, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

Abstract. The possibility of using methods and theories of physics for biosystems repeatedly was discussed by many outstanding physician of 20-th century's. Six nobel prized lariats presented the reduction of physics to biosystems (E. Schrodinger, A.V. Hill, I.R. Prigogine, M. Gell-Mann, R. Penrose и V.L. Ginsburg). But reality turned out to be different. W. Weaver was the first scientist who demonstrated the nonposibility of such reduction for all deterministic and stochastic sciences. It is a question: are the possibility of dynamical chaos for biosystems description? The article demonstrate that such possibility is not take place. Biosystems generated shift changing of old Lyapunov parameter λ_1 . It was demonstrated the crossing of all phase trajectories in phase space for biosystems.

Key words: reduction, dynamic chaos, biosystems, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В 1944 году E. Schrodinger поднял проблему редукции физики [35] применительно к биосистемам. Эта проблема остается открытой и до настоящего времени. При этом биологи, медики, психологи, экологи активно изучают биосистемы с позиций традиционной детерминистской и стохастической науки (ДСН).

Общепринято во всей современной науке, что биосистемы являются объектом ДСН. Это означает ряд принципиальных положений, которые и на сегодня не считаются доказанными. Например, в ДСН господствует догма, что прошлое состояние биосистемы определяет ее будущее состояние. Однако никаких прямых доказательств этому нет применительно ко

всем системам живой и неживой природы [1-8]. Более того, в 1948 году *W. Weaver* вообще вывел системы третьего типа – СТТ (биосистемы) за рамки всей ДСН [36].

Однако никаких доказательств того, что СТТ не могут быть объектом ДСН ни *W. Weaver*, ни *L.A. Zadeh* [37], который тоже сомневался в возможностях ДСН при изучении СТТ, ни другие ученые пока не представили. Только наша научная школа 20 лет назад начала активно изучать СТТ в рамках новой науки [9-17].

Сейчас уже точно доказана потеря причинно-следственных связей для СТТ. Это автоматически закрывает проблему редукции физики на биомедицину и требует особого изучения биосистем в рамках новой науки: теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [18-21]. Спустя 77 лет мы завершили решение проблемы редукции: она отсутствует для биосистем [11-21, 23-28].

Проблема редукции в двадцатом веке.

Публикация в 1944 году статьи [35] открыла проблему редукции на последующие почти 80 лет. Например, в 1956 году второй нобелевский лауреат *A. V. Hill* активно защищал идею дальнейшего применения методов и моделей физики в изучении живых систем [31]. Однако уже в конце 80-х годов *I.R. Prigogine* призывает отказаться от дальнейшего применения моделей теории динамических систем – ТДС (детерминизма) в изучении нестабильных биосистем [33]. В последней своей монографии [33] *I.R. Prigogine* возлагает надежды на стохастику. Однако эти представления основателя термодинамики неравновесных систем (ТНС) были ошибочны. Биосистемы не могут быть объектом детерминистской и стохастической науки (ДСН). При этом сама неравновесность для живых систем принимала иной характер, чем это было в ТДС [15-21, 23-28]. Сейчас можно говорить о необходимости создания новой ТНС, в которой прошлое биосистемы не влияет на ее будущее [17-28].

Напомним, что детерминистский подход, в частности теория динамических систем (ТДС), отличается от стохастического подхода. В детерминизме

часто работают причинно-следственные связи. Здесь прошлое, т.е. задание начального состояния $x(t_0)$ всего вектора состояния системы $x=x(t)=x(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС), точно определяет будущее состояние $x(t_f)$ [1-11].

В детерминизме знание $x(t_0)$ и динамических уравнений точно определяет конечное состояние системы $x(t_f)$ после завершения некоторого процесса. Этого уже нет в стохастике. Мы должны иметь возможность многократно повторить $x(t_0)$ для стохастического процесса, но конечное состояние $x(t_f)$ никогда точно не повторится (для непрерывной случайной величины (НСВ)). Ответим, что все биосистемы – это НСВ. Поэтому они не могут быть объектом ТДС [1-8].

В итоге, в статистике мы работаем с выборками, т.е. многократно повторяем процесс и получаем много точек $x(t_f)$ в ФПС. Это облако точек исследуется в рамках особых правил статистики. При этом ни одна точка $x(t_f)$ не может быть повторена. Если мы на следующем интервале Δt_2 многократно повторим испытание и получим новую (другую) выборку значений $x_i(t)$, то первая выборка (на интервале Δt_1) по всем точкам (точно) не будет совпадать.

Такие два облака точек (две выборки $x(t_f)$) в ФПС точно не совпадают, но есть правила в статистике для их неточного сравнения. Здесь уже появляется первая *Complexity*, о которой говорил *W. Weaver* в виде *Disorganized Complexity* (или систем второго типа – СВТ) [36]. При этом появляется и *Uncertainty*, т.к. мы не можем требовать точного совпадения всех точек для двух сравниваемых выборок. Системы второго типа (СВТ), *Disorganized Complexity*, порождают *Uncertainty* [36]. Но это *Uncertainty* для одной точки, но не для всей выборки.

Однако биосистемы (или СТТ) не могут быть СВТ, об этом прямо говорит *W. Weaver*: «*These new problems, moreover, cannot be handled with the statistical techniques so effective in describing behavior in problems of disorganized complexity. These new problems, and the future of the world*

depends on many of them, requires science to make a third great advance an advance that must be even greater than the nineteenth-century conquest of problems of simplicity or the twentieth-century victory over problems of disorganized complexity. Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity» [36].

В этой цитате *W. Weaver* не только выделяет СТТ в отдельный класс систем, но он говорит о невозможности изучения биосистем в рамках ДСН. Он предлагает создать новую науку, которую мы и создали 20 лет назад в лице теории хаоса-самоорганизации – ТХС. Согласно теоремы *K. Gödel*, в этой новой ТХС имеются новые понятия (неопределенности 1-го и 2-го типов, псевдоаттракторы и т.д.), наблюдается инверсия понятий (стационарность в ТХС является движением в ДСН и наоборот).

Однако главное заключается не в этом. В ТХС доказано почему СТТ не могут быть объектом ДСН. В ТХС доказана потеря влияния прошлого состояния биосистемы на ее будущее состояние. Если прошлое состояние СТТ не влияет на ее будущее состояние, то нельзя использовать методы и модели ДСН. Любая выборка СТТ будет уникальной. С уникальными выборками ДСН не работают. Такие системы невозможно изучать в ДСН. Об этом говорил нобелевский лауреат *R. Penrose* [32]. В этом был уверен и нобелевский лауреат В.Л. Гинзбург, он выражал сомнения в перспективах ДСН (и по отношению к биосистемам).

В целом, шестеро нобелевских лауреатов (*E. Schrodinger* [35], *A.V. Hill* [31], *I.R. Prigogine* [33, 34], *M. Gell-Mann* [29], *R. Penrose* [32] и В.Л. Гинзбург [30]) неоднократно высказывались в пользу редукции физики при описании живых систем. Все они и многие миллионы ученых во всем мире уверены в том, что живые объекты могут быть объектом ДСН. Это было глубоким заблуждением. *W. Weaver* первый заговорил об ограничении ДСН в познании СТТ [36]. Однако он (и никто позже во всем мире) не пытался обосновать эту гипотезу. Для этого нужно

было доказать особые свойства СТТ, их особую *Uncertainty* [20-28].

Двадцать лет назад, как и прогнозировал *W. Weaver* (см. цитату выше), мы начали проверку статистической устойчивости выборок $x_i(t)$ любых параметров организма. Логика наших рассуждений основывалась на статье *W. Weaver* [36]. Если одна точка в ФПС не может представлять СВТ (нужна выборка точек), то и одна выборка уже не может представлять СТТ (живые системы), т.к. нужна выборка выборок. Что делать с выборками выборок нам подсказывал второй гений 20-го века – биомеханик Н.А. Бернштейн. В 1947 году Н.А. Бернштейн предложил гипотезу о «повторении без повторений» [22]. Соединив эти две гипотезы *W. Weaver* и Н.А. Бернштейна, мы получили ТХС и доказательство особых свойств СТТ [2-6, 13-21, 23-28].

1. Особые свойства биосистем (СТТ).

Для создания новой науки (по гипотезе *W. Weaver* это должна быть третья наука после ДСН) необходимо доказать реальность особых свойств СТТ. Эти особые свойства биосистем должны уже описываться в рамках ДСН. Они должны быть такими, что бы модели ДСН не могли быть применимы к живым системам. Напомним, что главное свойство любых объектов ДСН является прогнозируемость и воспроизводимость [1-7, 23-28, 36].

ДСН может заниматься повторяющимися (воспроизводимыми) системами, которые можно описывать в моделях и методах ДСН и которые прогнозируемы. *R. Penrose* указывал [32], что невозможно описывать системы, у которых прошлое, настоящее и будущее – это набор невоспроизводимых значений. Связь между прошлым и будущим – это главное свойство объектов ДСН (нет прогноза – нет и науки) [7-21]. При этом СТТ обладают такими неопределенными свойствами, о которых говорил *R. Penrose* [32].

В предыдущем параграфе мы говорили, что *W. Weaver* вводит первое понятие сложности как только одна точка не может описывать систему (для СВТ). Далее мы сказали, что 20 лет назад нами было

доказано отсутствие прогноза на будущее состояние СТГ, если мы знаем их прошлое. Как можно работать с выборками выборок? Ответ очевиден: путем многократных повторений и сравнений этих выборок.

Мы первоначально многократно регистрировали треморограммы (ТМГ) у одного и того же испытуемого и сравнивали две такие выборки (на интервалах времени Δt_1 и Δt_2). Оказалось, что из 100 таких повторов обычно частота совпадений i -й и j -й выборок очень мала (для ТМГ $p_{j,j+1}^* < 0,01$) [3-9].

Для статистики это очень малая величина и с такими системами статистика не работает. Обычно в статистике (и во всей ДСН) требуют чтобы вероятность совпадения p была $p \geq 0,95$. В доказательной медицине эту величину даже повышают до $p \geq 0,99$. А у нас все наоборот, с частотой $p \geq 0,99$ у нас две соседние выборки ТМГ не совпадают. При этом испытуемый находится в неизменном физиологическом (психическом, физическом) состоянии [12-21].

Этот результат – полная противоположность статистике, т.е. мы имеем дело с уникальными выборками. Для

кардиоинтервалов (КИ), электромиограмм (ЭМГ), теппинграмм (ТПГ) эта величина поднимается до $p_{j,j+1}^* \leq 0,1$ и максимум $p_{j,j+1}^* \leq 0,15$. Но это все очень малые величины, с ними не работает ДСН. Выборки уникальны, их невозможно произвольно повторить два раза подряд.

В дальнейшем мы эту схему несколько изменили и стали регистрировать выборку по 15 раз подряд у одного и того же испытуемого [10-19]. Для этих 15-ти выборок мы рассчитывали матрицы парных сравнений выборок. В эти матрицы мы вносили критерии Вилкоксона $p_{i,j}$ для i -й и j -й выборок. Если $p_{i,j} \geq 0,05$, то такая пара выборок могла иметь одну (общую) генеральную совокупность. При $p_{i,j} \leq 0,05$ эти две выборки статистически не совпадали.

В итоге для постурального тремора было построено несколько сотен таких матриц парных сравнений выборок ТМГ. Одну типичную матрицу парных сравнений 15-ти выборок ТМГ мы представляем в виде табл. 1. Здесь число k пар выборок ТМГ, для которых $p_{i,j} \geq 0,05$ очень мало ($k_j=4$).

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок треморограмм (ТМГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов регистрации ТМГ $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_j=4$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.07	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00
9	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75		0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Очевидно, что это крайне малая величина, которая доказывает, что с частотой $p^* \geq 0,95$ у нас все пары выборок статистически не совпадают. Подчеркнем, что для всех многих сотен таких матриц $k \leq 5\%$ от всех 105-ти пар сравнения в каждой такой матрице. Это доказывает отсутствие статистической устойчивости выборок (ЭЭЗ) и справедливость гипотезы

W. Weaver. Очевидно, что любая выборка уникальна [8-17].

Подчеркнем, что аналогичные результаты мы получили и в изучении работы сердца. В табл. 2 мы представляем типичную матрицу парных сравнений выборок КИ, которые получены от одного испытуемого. Подряд регистрировали 15 выборок КИ (в спокойном состоянии, сидя). Регистрация проходила за 5 минут,

как того требует ассоциация кардиологов Европы. При этом все уверены, что такая выборка (не менее 300-т значений КИ) вполне объективно описывает работу сердца. Десятки лет медицина и биология работают с уникальными выборками. Они описывают прошлое состояние биосистемы (будущее без прогноза). Более 100 лет биомедицина находится в иллюзии эффективности прогноза выборок ТМГ, КИ и др. параметров организма человека [5-17].

Однако матрицы парных сравнений выборок КИ говорят об обратном. В табл. 2 мы представляем типичную матрицу парных сравнений выборок КИ, где число k_2 пар, для которых критерий Вилкоксона $p_{i,j} \geq 0,05$, весьма невелико. В табл. 2 число $k_2=10$ и это менее 10% статистических совпадений от всех 105 разных пар сравнения.

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_2=10$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,73	0,79	0,02	0,02	0,34	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73		0,52	0,00	0,01	0,45	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,52		0,00	0,00	0,67	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00		0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,11		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,45	0,67	0,00	0,00		0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02	0,32	0,00	0,00	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,06
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	

Мы рассчитали несколько тысяч таких матриц для разных людей и везде результат почти одинаков $k_g \leq 15\%$. Это для статистики очень малая величина, т.к. более 85% статистически не совпадают. Сердце генерирует уникальные выборки КИ, которые статистически почти все не совпадают. Выборки уникальны и статистика описывает только прошлое состояние сердца. Прогноз на будущее

будет ошибочен, СТТ не могут быть объектом современной ДСН [9-15, 23-28].

Мы не можем работать с уникальными выборками ТМГ и КИ. Сходные данные мы получили и для электромиограмм (ЭМГ). Здесь число k_3 статистических совпадений выборок в матрицах парных сравнений не превышает $k_3 \leq 15\%$. Это подобно матрицам для КИ. Для примера мы представляем типичную матрицу в табл. 3.

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок электромиограмм (ЭМГ) одного и того же человека (при слабой статической нагрузке, $F_I=5Н$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_3=8$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,08	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,08		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,22	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,46	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,05	0,00	0,13	0,10	0,05	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Очевидно, что в электрофизиологии, как и в организации движений, и работе сердца, очень сложно два раза повторить

статистически подобную выборку. Вероятность такого события для ЭМГ $p_{j,j+1} \leq 0,1$. Это очень малые величины. В

целом, мы доказали реальность гипотезы *W. Weaver* (СТТ не объект ДСН) и доказали реальность ЭЭЗ во всей биомедицине.

Возникает закономерный вопрос: можно ли зарегистрировать динамический хаос Лоренца в изучении СТТ-*complexity*? Подчеркнем, что четыре нобелевских лауреата были уверены в возможностях динамического хаоса для описания биосистем (*I.R. Prigogine* [33, 34], *M. Gell-Mann* [29], *R. Penrose* [32], В.Л. Гинзбург [30]).

2. Существует ли динамический хаос в поведении биосистем?

Очень важно подчеркнуть, что динамический хаос является мостиком между детерминистской теорией (ТДС) и стохастикой. Начальные параметры $x(t_0)$ всегда многократно и точно могут быть повторены в ДСН. Само динамическое уравнение точно известно. Все это характеризует детерминистскую систему. Однако для систем второго типа (СВТ) [36] конечное состояние $x(t_f)$ точно (до опыта) неизвестно. Оно точно не может быть повторено (для СВТ).

Конечное состояние системы при динамическом хаосе тоже не может быть точно повторено. Однако само распределение в странном аттракторе Лоренца известно – оно является равномерным распределением. В странном аттракторе мы имеем равномерное распределение. Это равномерное распределение многократно повторяется и это означает стохастические закономерности. Детерминизм вначале и

стохастика в самом окончании процесса означает, что мы имеем мостик между ТДС (детерминизм) и стохастикой. В итоге системы с динамическим хаосом не выходят за пределы ДСН. Динамический хаос – это объект ДСН [29-37].

Иная ситуация у нас будет с СТТ. Здесь уже имеется неопределенность со значениями $x(t_f)$. Выборки для $x(t_f)$ не могут быть статистически повторены. Мы имеем хаос статистических функций распределения $x(t_f)$, которые на каждом интервале измерения Δt_i изменяется. Нет прогноза будущего состояния СТТ. Как при этом ведут себя старшие показатели Ляпунова (СПЛ)? Для ответа на этот вопрос мы измерили у 15-ти женщин (средний возраст $\langle T \rangle = 28$ лет) по 225 выборок КИ (у каждой испытуемой). В итоге, мы для каждого человека построили по 15 матриц парных сравнений выборок КИ. Всего было построено 225 таких матриц парных сравнений выборок.

Для каждой такой выборки КИ мы находили СПЛ. Оказалось, что знак у СПЛ от выборки к выборке хаотически и непрерывно изменялся. Он мог быть положительным или отрицательным. Иногда он принимал нулевые значения. Для примера мы представляем рисунок, на котором показаны изменения СПЛ для одной большой выборки КИ, которая получена у одного испытуемого за 5 минут регистрации. Такая длительность регистрации была определена Европейской ассоциацией кардиологов.

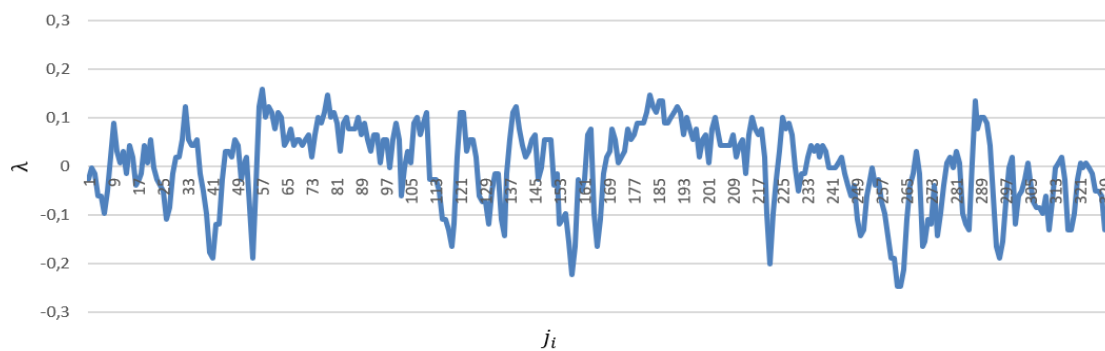


Рис. Результаты расчета старшего показателя Ляпунова для интервалов временных рядов кардиосигналов (5-минутная регистрация кардиосигнала испытуемого в состоянии нормотензии), где λ – значение старшего показателя Ляпунова после нормализации (представлен расчет одного интервала за 5 минут регистрации).

Из этого рисунка видно, что СПЛ меняются хаотически на разных отрезках измерения выборки КИ. Это доказывает, что динамический хаос отсутствует в поведении выборок КИ. Более того, были получены три таблицы (табл. 1, табл. 2 и табл. 3) для трех разных испытуемых, которые доказывают, что тремор, работа сердца, работа мышц (ЭМГ) непрерывно генерируют какие-то статистические функции, но свойства перемешивания нет.

При динамическом хаосе Лоренца, в аттракторах мы должны иметь равномерные распределения. А у нас все эти таблицы показывают набор статистических функций и отсутствие равномерного распределения. В итоге, и старшие показатели Ляпунова, и отсутствие свойства перемешивания доказывают отсутствие динамического хаоса.

Выводы. Детальное изучение многократно повторяющихся выборок треморограмм (табл. 1), кардиоинтервалов (табл. 2) и электромиограмм (табл. 3) показывает отсутствие статистической устойчивости. Доля числа пар с $p_{i,j} \geq 0,05$ во всех этих случаях крайне мала. Для ТМГ $k_1 \leq 5\%$, для КИ $k_2 \leq 15\%$ и для ЭМГ $k_3 \leq 15\%$. В итоге роль стохастики в этих СТТ не превышает 15%.

Более 85% пар выборок статистически не совпадают. Это доказывает отсутствие равномерного распределения в поведении параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) и нервно-мышечной системы (НМС). Эти две функциональные системы обеспечивают общую жизнедеятельность человека. Но ССС и НМС не могут показывать равномерного распределения.

Одновременно, детальное исследование старших показателей Ляпунова для выборок КИ, которые получены от одного и того же человека, показали непрерывное изменение их знака. Эта λ_i может быть отрицательным, положительным и даже нулевым. Нет доказательства динамического хаоса для параметров КИ. Сходные данные мы получили и для выборок ТМГ и ЭМГ. В организации движений, в работе сердца нет динамического хаоса. Мы имеем непрерывные изменения статистических

функций распределения в виде ЭЗ. Это доказывает правоту *W. Weaver*: СТТ не объект ДСН.

Литература

1. Газя Г.В., Еськов В.В., Стратан Н.Ф., Салимова Ю.В., Игнатенко Ю.С. Использование искусственных нейросетей в промышленной экологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №2. – С. 111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-111-114.
2. Галкин В.А., Гореликов А.В., Бычин И.В., Дубовик А.О., Ряховский А.В. Тестирование алгоритмов вычислительной магнитной гидродинамики на задаче с точным решением // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 4. – С. 33-41. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-4-4
3. Горбунова М.Н., Мордвинцева А.Ю., Веденева Т.С., Воробей О.А., Мандрыка И.А. Проблема однородности выборок произвольных и непроизвольных движений человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №1. – С. 60-63. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-60-63.
4. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
5. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
6. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
7. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.

8. Еськов В.В., Галкин В.А., Филатова О.Е., Шакирова Л.С., Хвостов Д.Ю. Моделирование эвристической деятельности мозга человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
9. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
10. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
11. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под. ред. член-корр. РАН, д.биол.н., профессора Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. – 144 с.
12. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 1. – С. 64-72.
13. Еськов В.М., Колосова А.И., Фадюшина С.И., Мордвинцева А.Ю. Хаотическая динамика ритмики сердца // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
14. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Великие проблемы Гинзбурга и биомедицинские науки // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №2. – С. 115-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-115-120.
15. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 2. – С. 61-67. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7
16. Козлова В.В., Галкин В.А., Филатов М.А., Еськов В.М. Моделирование нейросетей мозга с позиций гипотезы W. Weaver // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 1. – С. 59-68. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-52-59
17. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е., Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
18. Филатов М.А., Прохоров С.А., Ивахно Н.В., Головачева Е.А., Игнатенко А.П. Возможности моделирования статистической неустойчивости выборок в физиологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2020. – № 2. – С. 120-124. DOI: 10.24411/1609-2163-2020-16668.
19. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Мандрыка И.А., Еськов В.В. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 3. – С. 41-49. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
20. Чемпалова Л.С., Яхно Т.А., Манина Е.А., Игнатенко А.П., Оразбаева Ж.А. Гипотеза W. Weaver при изучении произвольных и непроизвольных движений // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – № 1. – С. 75-77. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-75-77
21. Шакирова Л.С., Манина Е.А., Веденеева Т.С., Миллер А.В., Лупынина Е.Ю. Системный синтез в оценке трансширотных перемещений учащихся Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №1. – С. 72-74. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-1-72-74.
22. Bernshtein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. – 1967.
23. Eskov V.M. Gudkov A.B., Filatov M.A. Eskov V.V. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology // Human Ecology. – 2019. – Vol. 10. – Pp. 41-49.
24. Eskov V.M., Filatova O.E., Provorova O.V., Khimikova O.I. Neural emulators in

- identification of order parameters in human ecology // *Human Ecology*. – 2015. – Vol. 5. – Pp. 57-64.
25. Eskov V.M., Zinchenko Y.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Glandsdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // *Human Ecology*. – 2017. – Vol. 5. – Pp. 27-32.
 26. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // *Human Ecology*. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
 27. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // *Human Ecology*. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24.
 28. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement // *Human Ecology*. – 2018. – Vol. 4. – Pp. 30-35.
 29. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // *Complexity*. – 1997. – Vol. 3. – № 1. – Pp. 13-19.
 30. Ginzburg V.L. What problems of physics and astrophysics seem now to be especially important and interesting (thirty years later, already on the verge of XXI century)? // *Physics-Uspekhi*. – 1999. – Vol. 42. – Pp. 353-373. DOI: 10.1070/PU1999v042n04ABEH000562
 31. Hill A.V. Why biophysics? // *Science*. – 1956. – Vol. 124, № 3234. – Pp.1233-1237.
 32. Penrose R. Newton, quantum theory and reality. In: Hawking, S.W. Israel, W.: 300 Years of Gravity. Cambridge University Press: Cambridge. – 1987.
 33. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
 34. Prigogine I.R. The philosophy of instability // *Futures*. – 1989. – Pp. 396-400.
 35. Schrödinger E. What Is Life? Cambridge University Press, Cambridge. – 1944.
 36. Weaver W. Science and Complexity. *American Scientist*. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
 37. Zadeh L.A. Autobiographical Note 1. Undated two-pages type -written manuscript, written after. – 1978.

References

1. Gazya G.V., Es'kov V.V., Stratan N.F., Salimova Yu.V., Ignatenko Yu.S. Ispol'zovanie iskusstvennykh neirosetei v promyshlennoi ekologii [The use of artificial neural networks in industrial ecology] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – № 2. – S. 111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-111-114.
2. Galkin V.A., Gorelikov A.V., Bychin I.V., Dubovik A.O., Ryakhovskii A.V. Testirovanie algoritmov vychislitel'noi magnitnoi gidrodinamiki na zadache s tochnym resheniem [Testing algorithms for computational magnetohydrodynamics on a problem with an exact solution] // *Uspekhi kibernetiki* [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, № 4. – S. 33-41. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-4-4
3. Gorbunova M.N., Mordvintseva A.Yu., Vedeneeva T.S., Vorobey O.A., Mandryka I.A. Problema odnorodnosti vyborok proizvol'nykh i neproizvol'nykh dvizhenii cheloveka [The problem of uniformity of samples of voluntary and involuntary human movements] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 1. – S. 60-63. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-60-63.
4. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity] / Tula: Publishing house of TulSU, 2016. – 307 s.
5. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of the human cardiovascular

- system] / Samara: Publishing house of Porto-Print LLC, 2018. – 312 s.
6. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneva TS, Mordvintseva A.Yu. Problema standartov v meditsine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2020. – T. 29, No. 3. – S. 211-216.
 7. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Melnikova E.G. Rol' khaosa v regulyatsii fiziologicheskikh funktsii organizma [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body] / A.A. Khadartseva. Samara: Porto-print LLC, 2020. – 248 s.
 8. Es'kov V.V., Galkin V.A., Filatova O.E., Shakirova L.S., Khvostov D.Yu. Modelirovanie evristicheskoi deyatelnosti mozga cheloveka [Modeling of heuristic activity of the human brain] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – S. 13-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-9-17
 9. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeosticheskikh sistem [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house of LLC "Porto-print", 2017. – 388 s.
 10. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeosticheskikh sistem [The End of Certainty: Chaos of Homeostatic Systems] / Khadartseva A.A., Rosenberg G.S. Tula: publishing house Tula printing production association, 2017. – 596 s.
 11. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizatsiya dvizhenii: stokhastika ili khaos? [Organization of movements: stochastic or chaos?] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house LLC "Porto-print", 2020. – 144 s.
 12. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Meditsinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya [Medical and biological cybernetics: development prospects] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, № 1. – S. 64-72.
 13. Eskov V.M., Kolosova A.I., Fadyushina S.I., Mordvintseva A.Yu. Khaoticheskaya dinamika ritmiki serdtsa [Chaotic dynamics of heart rhythm] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 1. – S. 25-34. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-18-28
 14. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Velikie problemy Ginzburga i biomeditsinskie nauki [Ginzburg's great problems and biomedical sciences] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 2. – S. 115-120. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-2-115-120.
 15. Zaslavsky B.G., Filatov M.A., Eskov V.V., Manina E.A. Problema nestatsionarnosti v fizike i biofizike [The problem of nonstationarity in physics and biophysics] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, No. 2. – S. 61-67. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-2-7
 16. Kozlova V.V., Filatov M.A., Eskov V.V., Shakirova L.S. Novye podkhody v izmerenii biosistem s pozitsii "Complexity" W. Weaver i "Fuzziness" L.A. Zadeh [New approaches to measuring biosystems from the standpoint of "Complexity" W. Weaver and "Fuzziness" L.A. Zadeh]. Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – No. 1. – S. 59-68. DOI: 10.12737 / 2306-174X-2021-70-78
 17. Pyatin V.F., Eskov V.V., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – T. 28, No. 1. – S. 21-27.
 18. Filatov M.A., Prokhorov S.A., Ivakhno N.V., Golovacheva E.A., Ignatenko A.P. Vozmozhnosti modelirovaniya statisticheskoi neustoichivosti vyborok v fiziologii [Possibilities of modeling statistical instability of samples in

- physiology] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2020. – No. 2. – S. 120-124. DOI: 10.24411 / 1609-2163-2020-16668.
19. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Eskov V.V. Entropiinyi podkhod v fizike zhivyykh sistem i teorii khaosa-samoorganizatsii [Entropy approach in the physics of living systems and the theory of chaos-self-organization] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, No. 3. – S. 41-49. DOI: 10.51790 / 2712-9942-2020-1-3-5
 20. Chempalova L.S., Yakhno T.A., Manina E.A., Ignatenko A.P., Orazbaeva Zh.A. Gipoteza W. Weaver pri izuchenii proizvod'nykh i neproizvol'nykh dvizhenii [W. Weaver's hypothesis in the study of voluntary and involuntary movements] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 1. – S. 75-77. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-75-77
 21. Shakirova L.S., Manina E.A., Vedeneeva T.S., Miller A.V., Lupynina E.Yu. Sistemnyi sintez v otsenke transshirotnykh peremeshchenii uchashchikhsya Yugry [System synthesis in the assessment of trans-latitudinal movements of Ugra students] // Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, No. 1. – S. 72-74. DOI: 10.24412 / 1609-2163-2021-1-72-74.
 22. Bernshtein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. – 1967.
 23. Eskov V.M., Gudkov A.B., Filatov M.A., Eskov V.V. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology // Human Ecology. – 2019. – Vol. 10. – Pp. 41-49.
 24. Eskov V.M., Filatova O.E., Provorova O.V., Khimikova O.I. Neural emulators in identification of order parameters in human ecology // Human Ecology. – 2015. – Vol. 5. – Pp. 57-64.
 25. Eskov V.M., Zinchenko Y.P., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Glansdorff-Prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // Human Ecology. – 2017. – Vol. 5. – Pp. 27-32.
 26. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human Ecology. – 2019. – Vol. 7. – Pp. 11-16.
 27. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatitude travels // Human Ecology. – 2019. – Vol. 4. – Pp. 18-24.
 28. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement // Human Ecology. – 2018. – Vol. 4. – Pp. 30-35.
 29. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3. – № 1. – Pp. 13-19.
 30. Ginzburg V.L. What problems of physics and astrophysics seem now to be especially important and interesting (thirty years later, already on the verge of XXI century)? // Physics-Uspekhi. – 1999. – Vol. 42. – Pp. 353-373. DOI: 10.1070/PU1999v042n04ABEH000562
 31. Hill A.V. Why biophysics? // Science. – 1956. – Vol. 124, № 3234. – Pp.1233-1237.
 32. Penrose R. Newton, quantum theory and reality. In: Hawking, S.W. Israel, W.: 300 Years of Gravity. Cambridge University Press: Cambridge. – 1987.
 33. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
 34. Prigogine I.R. The philosophy of instability // Futures. – 1989. – Pp. 396-400.
 35. Schrödinger E. What Is Life? Cambridge University Press, Cambridge. – 1944.
 36. Weaver W. Science and Complexity. American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
 37. Zadeh L.A. Autobiographical Note 1. Undated two-pages type -written manuscript, written after. – 1978.