

Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

## Синергетика по Пригожину и Хакену

СПб ГУТ)))

# Синергетика – новое междисциплинарное научное направление

*По Ю.Л. Климонтовичу:*

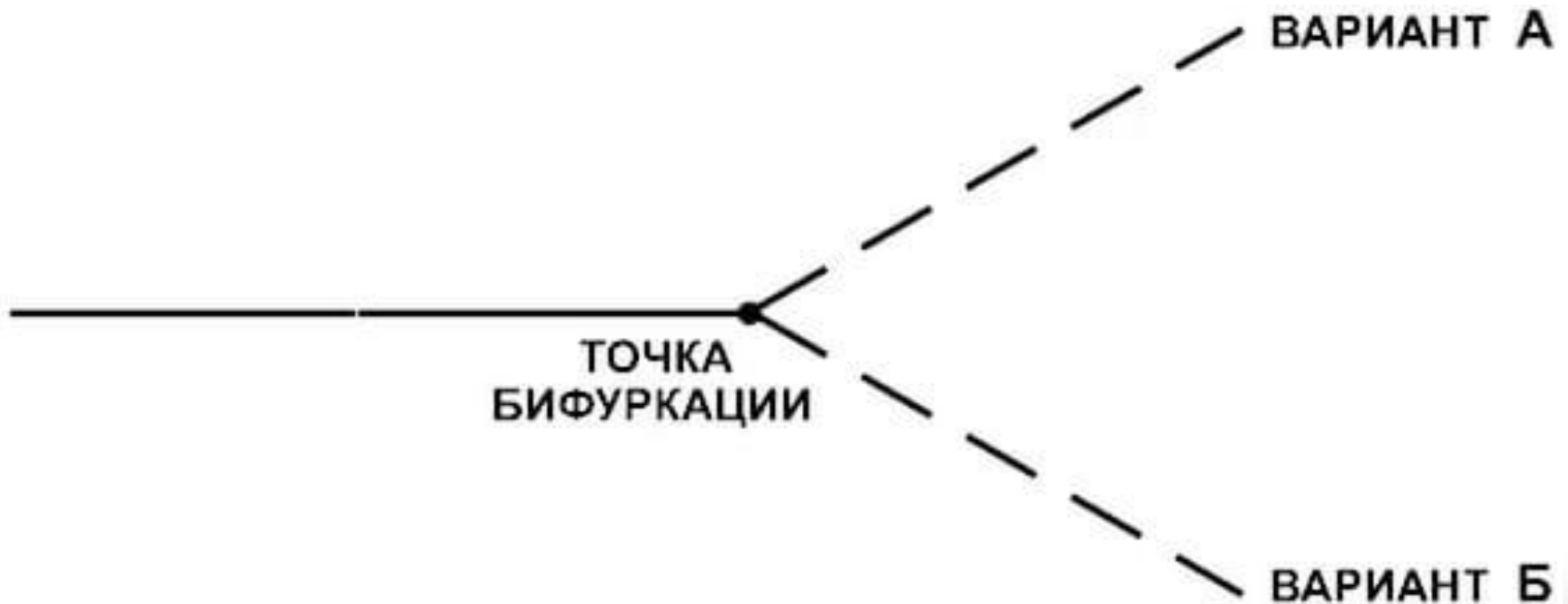
Синергетика – не самостоятельная научная дисциплина, а новое междисциплинарное научное направление, цель синергетики – выявление общих идей, методов и общих закономерностей в самых различных областях естествознания, а также социологии и даже лингвистики; более того, в рамках синергетики происходит кооперирование различных специальных дисциплин

	Германия	Франкоязычные страны	США	Латинская Америка	Россия
Г. Хакен	Синергетика				
И.Пригожин		Теория диссипативных структур			
М. Фейгенбаум			Теория динамического хаоса		
У.Р. Матуран				Теория аутопоэза	
С.П. Курдюмов					Нелинейная динамика

Под самоорганизацией в синергетике понимаются процессы возникновения макроскопически упорядоченных пространственно-временных структур в сложных нелинейных системах, находящихся в далёких от равновесия состояниях, вблизи особых критических точек — точек *бифуркации*, в окрестности которых поведение системы становится неустойчивым.

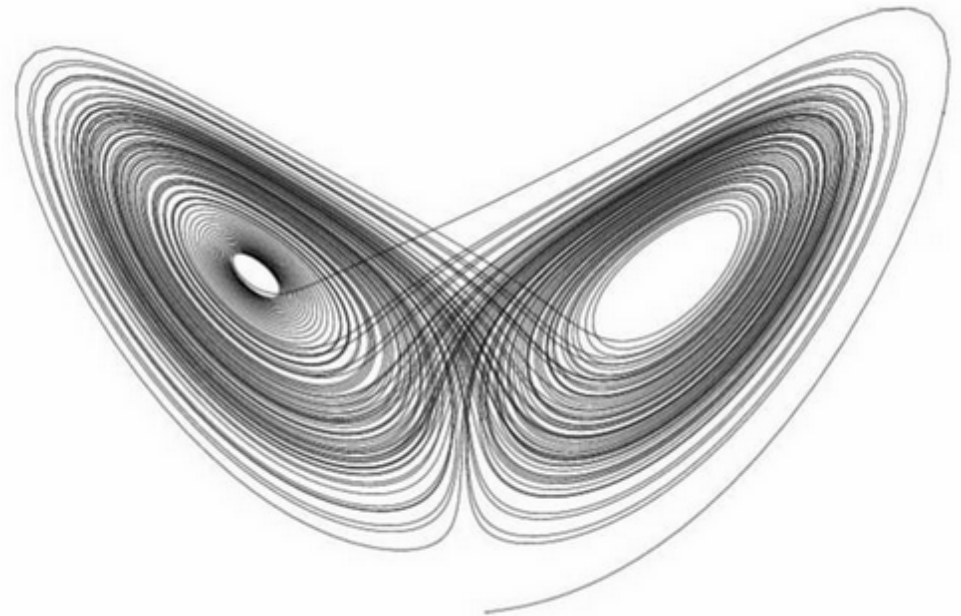
# Точка бифуркации

Это смена установившегося режима работы системы. Термин из неравновесной термодинамики и синергетики. В этих точках система под воздействием самых незначительных воздействий, или флуктуаций (любое случайное отклонение какой-либо величины), может резко изменить своё состояние.



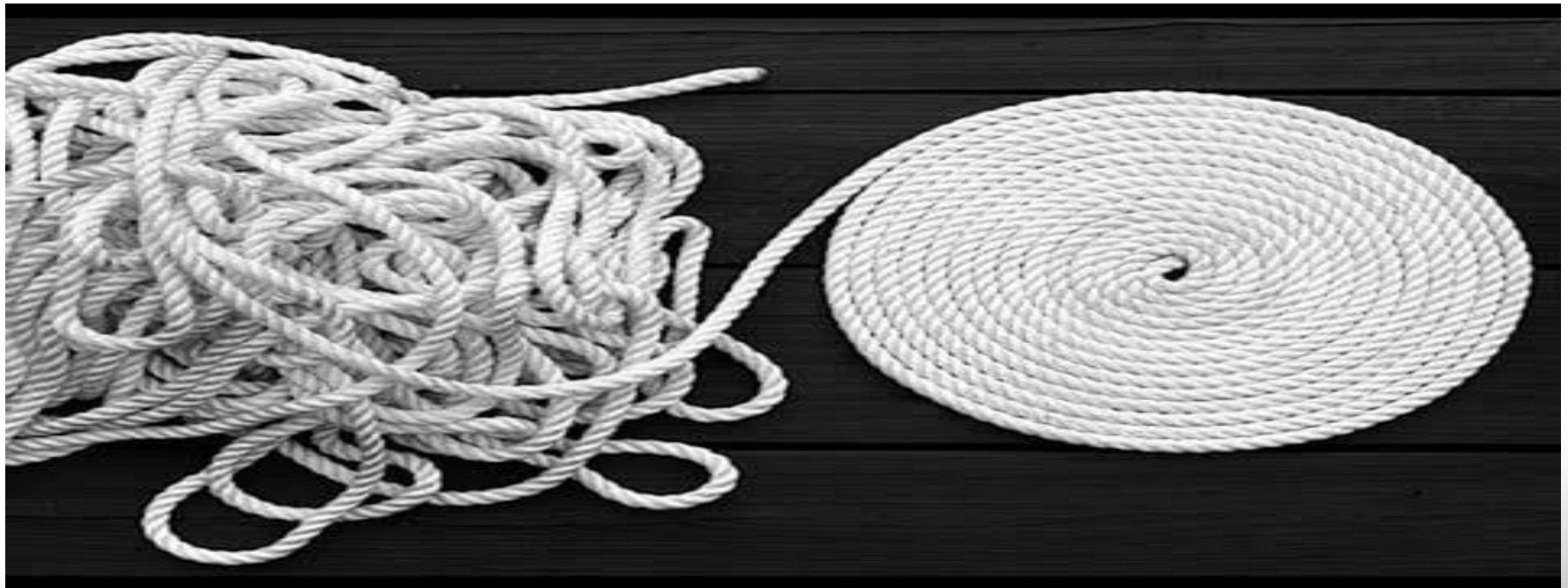
Этот переход часто характеризуют как возникновение порядка из хаоса. Одновременно происходит переосмысление концепции хаоса, вводится понятие динамического (или детерминированного) хаоса как некой сверхсложной упорядоченности, существующей неявно, потенциально, и могущей проявиться в огромном многообразии упорядоченных структур.

**Динамический хаос** — явление при котором поведение нелинейной системы выглядит случайным, несмотря на то, что оно определяется детерминистическими законами.



В рамках синергетической парадигмы главная форма бытия – не ставшее, а становящееся. Становление выражается через две свои крайности – хаос и порядок.

Хаос	Порядок
основа сложности, случайности, творения – разрушения, конструкции – деконструкции.	основа простоты, необходимости, закона, красоты, гармонии.



Фундаментальным критерием «сложности» в синергетике выступает показатель не статического характера (многоуровневость структурной иерархии объекта и тому подобные), но показатель сугубо динамический, а именно — **наличие имманентного потенциала самоорганизации.**



**Имманентность** («пребывающий внутри») — философская категория, обозначающая неотъемлемость, внутреннюю связь в противоположность внешней.





**Элвин Тоффлер**

Синергетика представляет собой одно из ведущих направлений современной науки, репрезентирующее собой естественнонаучный вектор развития теории нелинейных динамик в современной культуре. Это направление представлено такими исследователями, как Г. Хакен, Г. Николис, И. Пригожин, А. Баблоянц, С. Вейнберг, П. Гленсдорф, Р. Грэхем, К. Джордж, и многими другими. по мнению Э. Тоффлера, идеи синергетики «играют центральную роль в последней по времени научной революции».

# Школы синергетики

Развитие синергетики реализует себя в нескольких направлениях, поэтому синергетическая исследовательская традиция представлена в современной культуре в нескольких различных версиях своей интерпретации: модель, предложенная школой Г. Хакена, модель, связанная с именем И. Пригожина, модель Российской школы синергетиков во главе с С. П. Курдюмовым.

Разнообразие научных школ, направлений, идей свидетельствует о том, что синергетика представляет собой скорее парадигму, чем теорию.

# Сергей Павлович Курдюмов (1928 -2004 )

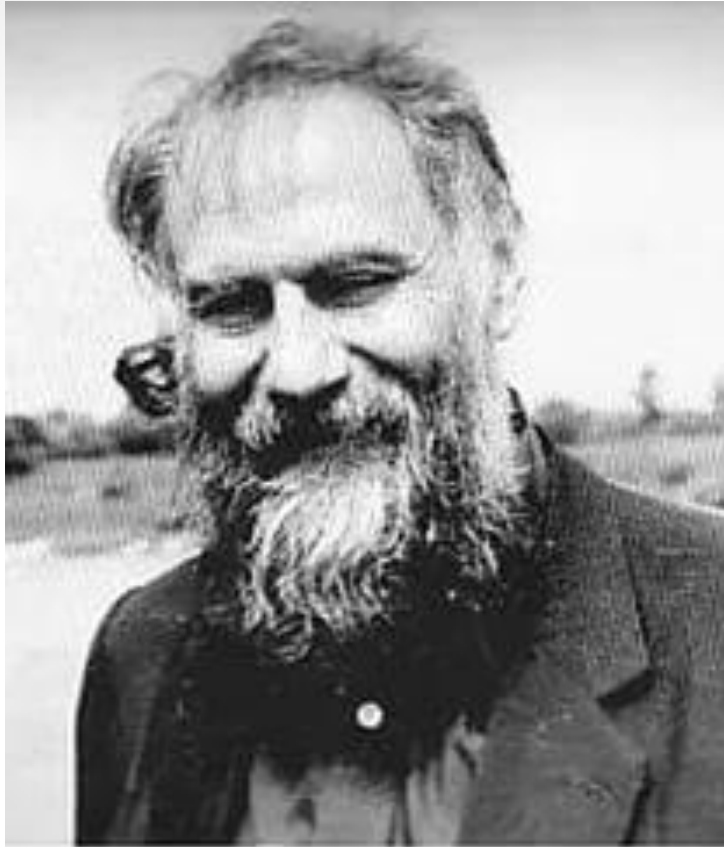


Советский и российский учёный, специалист в области математической физики, матмоделирования, физики плазмы и синергетики. Член-корреспондент АН СССР. Его можно считать основателем синергетического движения в России.

В основе специфики трактовки российскими учёными сущности синергетической парадигмы лежит особое отношение к проблеме детерминизма и акцентирование внимания на процессах, протекающих в режиме «с обострением» (blow up).

# Герман Хакен

(род. 12 июля 1927 г.)



Хакен Герман— немецкий физик-теоретик, основатель синергетики. Изучал физику и математику в университетах Галле (1946—1948) и Эрлангена (1948—1950), получив степени доктора философии и доктора естественных наук. С 1960 г. является профессором теоретической физики университета Штутгарта.

До ноября 1997 г. был директором Института теоретической физики и синергетики университета Штутгарта.

С декабря 1997 г. является почетным профессором и возглавляет Центр синергетики в этом институте, а также ведет исследования в Центре по изучению сложных систем в университете Флориды (Бока Рэтон, США).

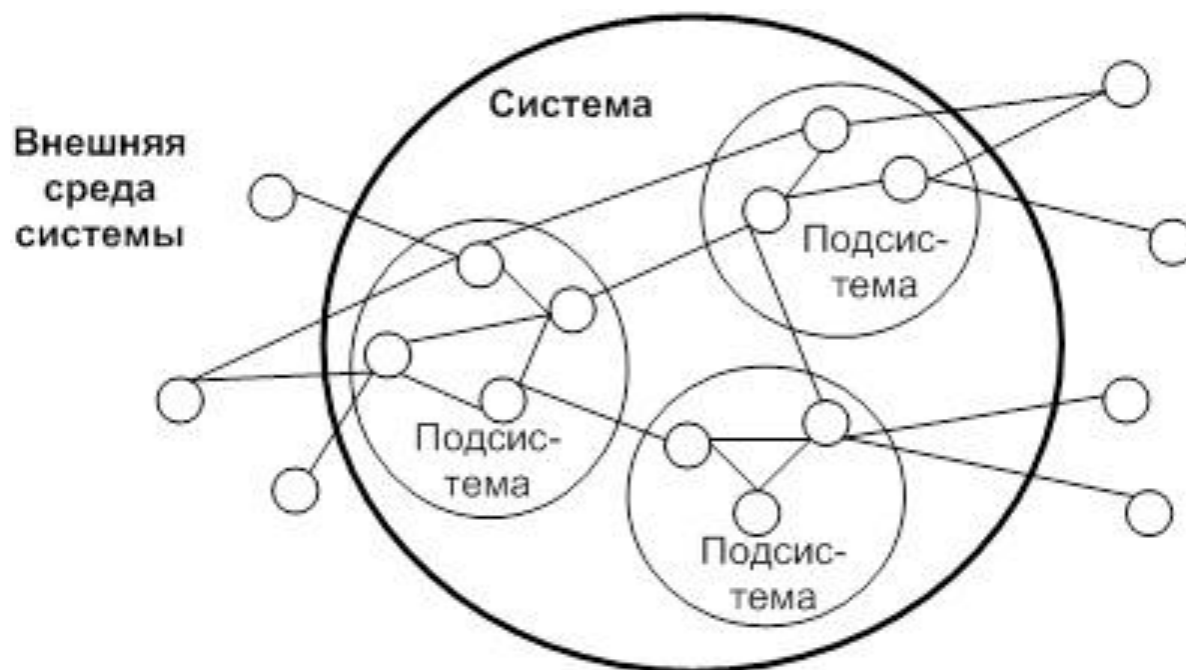


Термин «синергетика» введен Г. Хакеном для обозначения междисциплинарного направления, в котором результаты его исследований по теории лазеров и неравновесным фазовым переходам должны были (и это произошло) дать идейную основу для плодотворного взаимодействия исследователей из различных областей знания.

«Уже тогда я видел, что существует поразительное сходство между совершенно различными явлениями, например, между излучением лазера и социологическими процессами или эволюцией, что это должно быть только вершиной айсберга. Правда, в то время я не подозревал, что эта область может оказать влияние на столь многие и отдаленные области исследования, как, например, психология и философия»



Исходным принципом синергетической концепции является различие процессов в открытых и закрытых системах. Синергетика в качестве предмета изучения выбирает открытые системы. По мнению ее создателей, именно открытые системы являются универсальными, а протекающие в них процессы способствуют самоорганизации мира.



От Г. Хакена) синергетика нашла содержание для себя и привнесла новые идеи: в теорию лазеров и термодинамику неравновесных процессов, и теорию нелинейных колебаний и автоволновых процессов; в теорию бифуркации и теорию структурной устойчивости; в теорию катастроф. Претерпело развитие понятие хаоса, вошел в обиход термин детерминированный хаос, имеющий конкретный физико–математический смысл





# Илья Романович Пригожин (1917-2003)



Илья Пригожин – Бельгийский физик и лауреат Нобелевской премии по химии за работы по неравновесной термодинамике, диссипативным структурам и сложным системам.

Илья Пригожин родился 25 января 1917 года в Москве. В 1921 году семья эмигрировала из России в Западную Европу. В 1942 году Илья Пригожин окончил брюссельский университет (Université Libre de Bruxelles).

С начала 1960-х годов Пригожин жил и работал в городе Остин (штат Техас), где он в 1967 году основал Центр по изучению сложных квантовых систем (Center for Complex Quantum Systems), которым руководил до конца жизни.

В открытых системах поток энергии может вывести ее из устойчивого состояния - начинается развитие неустойчивостей, а их последующая самоорганизация может привести систему в устойчивое неоднородное состояние. Такие состояния И. Пригожин назвал «диссипативными структурами». Примерами таких структур могут служить автоколебания, возникающие, например, в тонком горизонтальном слое масла при его подогреве снизу или в лазерах. Другой знаменитый пример - уединенные волны на поверхности воды и в других средах.



## Парадокс времени

Не было гвоздя  
Подкова пропала.  
Не было подковы  
Лошадь захромала.  
Лошадь захромала  
Командир убит.  
Конница разбита  
Армия бежит.  
Враг вступает в город,  
Пленных не щадя,  
Оттого, что в кузнице  
Не было гвоздя.

Перевод С.Я.Маршака



«Будущее при нашем подходе, - пишут И. Пригожин и И. Стенгерс, - перестает быть данным; оно не заложено более в настоящем. Это означает конец классического идеала всеведения».

## «Закон природы»

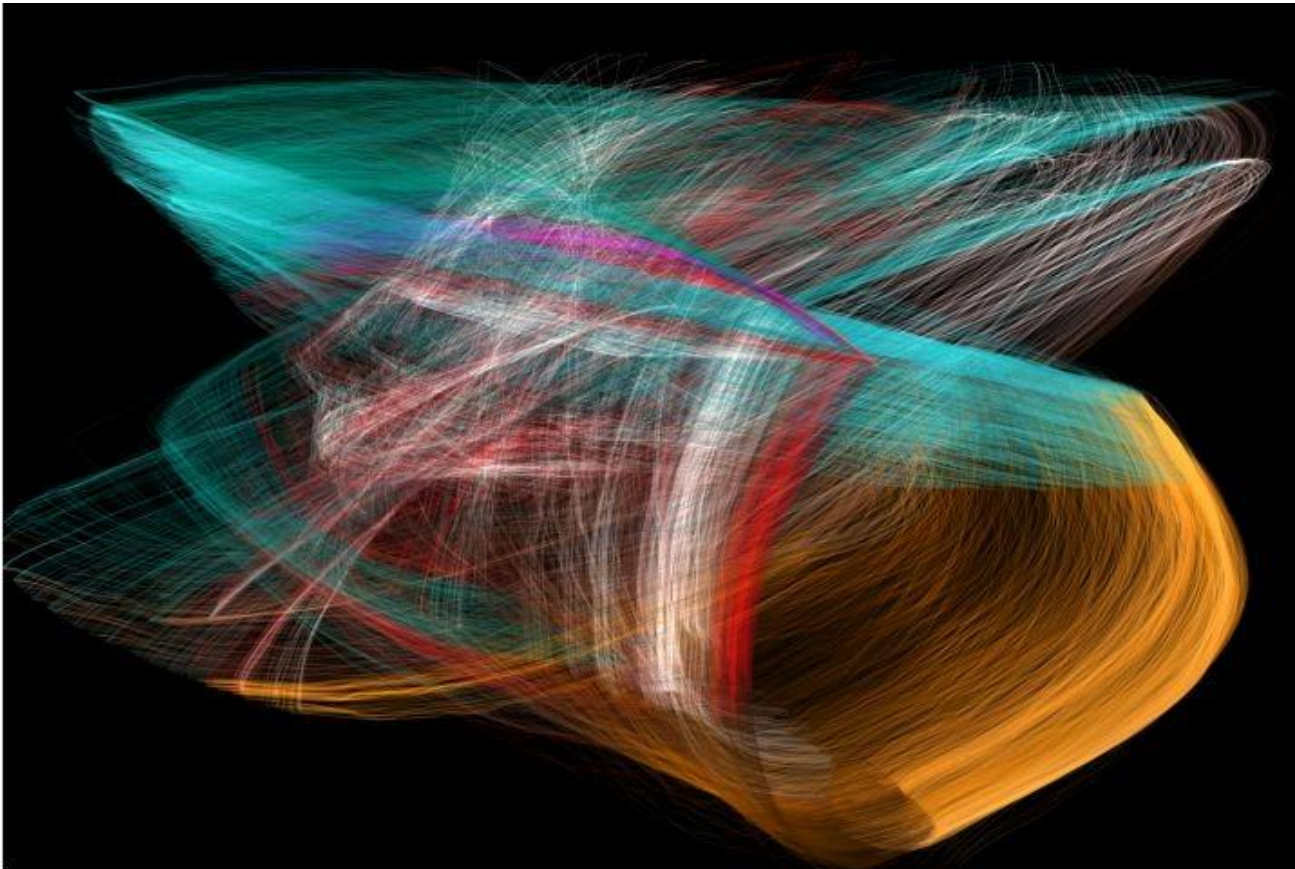
Ученый пишет, что мы настолько привыкли к понятию «закон природы», что оно воспринимается как трюизм, как нечто само собой разумеющееся. Однако в других взглядах нами такая концепция «закона природы» отсутствует. По Аристотелю, живые существа не подчиняются никаким законам. Их деятельность обусловлена их собственными автономными внутренними причинами. Каждое существо стремится к достижению своей собственной истины.



Вместе с тем, обнаруживая при сравнении достаточно значимые интерпретационные расхождения, данные модели не являются ни альтернативными, ни, тем более, — взаимоисключающими друг по отношению к другу.

# Музыка с точки зрения синергетики

С позиции синергетического мировидения, вне всякого сомнения, музыка, как «предельная» система - «аттрактор аттракторов» эволюции материальных систем, представляет собой суператтрактор системно-эволюционирующего мира





**М.Ш. Бонфельд**

«Музыкальное мышление, – разновидность художественного континуального мышления, присущего всем видам искусства. Отвлечённость от реалий внехудожественного мира, подчёркнутая смысловая недискретность музыкальной ткани... создают из музыки как бы квинтэссенцию континуальности, поднимают музыку на континуально-мыслительный уровень, недостижимый для других видов искусства»



**С. Х. Раппопорт**

«Главная особенность музыки... состоит, по-видимому, в том, что она, несомненно, является наиболее “чистой” моделью искусства как особой системы...»

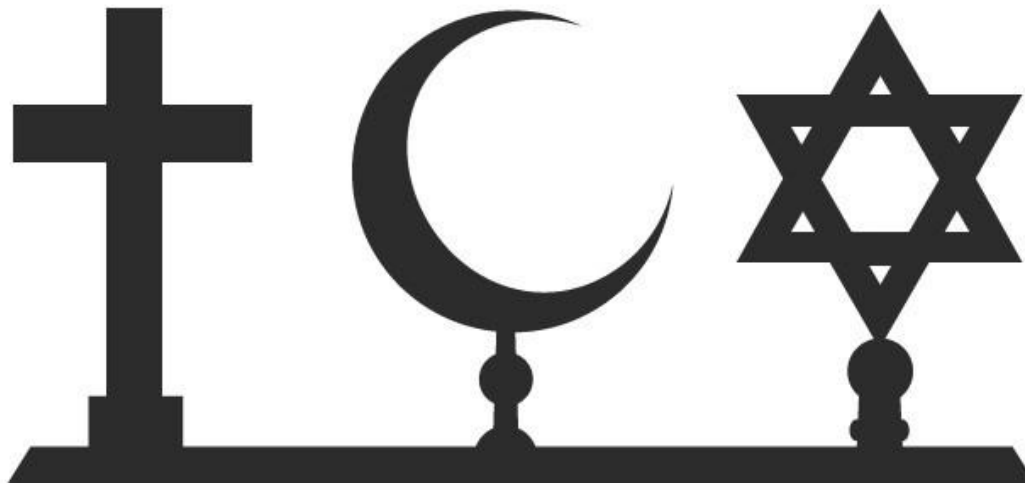


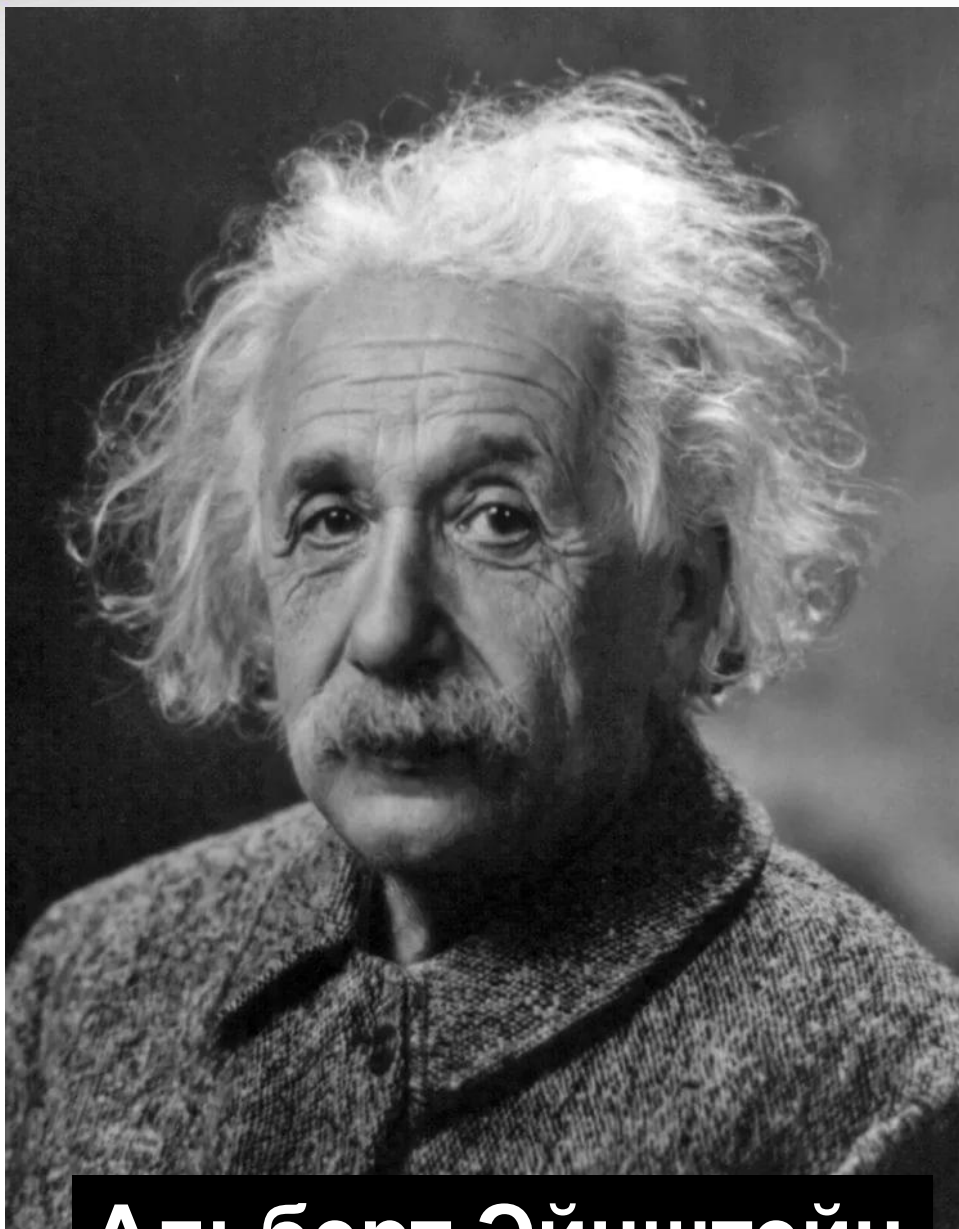
Эволюцию системы мира можно представить как движение: природа («неживая» – «живая») – общество – культура – искусство – музыка, где «живое» оказывается аттрактором «неживого», общество – природы, культура – общества, искусство – культуры и, наконец, музыка – искусства. При этом музыка, будучи аттрактором искусства, тем самым оказывается «предельным аттрактором» – суператтрактором системно-развивающегося мира.

The image shows a musical score for a piano exercise. It consists of two staves: a treble clef staff and a bass clef staff. The treble staff contains a sequence of notes: do, re, mi, fa, соль, ля, си, do, re, mi, fa, соль, ля, си, do. The bass staff contains a sequence of notes: do, си, ля, соль, фа, ми, ре, do, си, ля, соль, фа, ми, ре, do. The notes are connected by a single melodic line. Below the bass staff, the text 'пропiано.ru' is visible.

## Религия с точки зрения синергетики

Религию можно охарактеризовать как негэнтропийный процесс в обществе, упорядочивающий человеческие отношения. Религию можно отнести к сфере интуиции, но религия, не поддержанная ничем кроме интуиции, становится неубедительной. На сегодняшней стадии человеческой истории религия и наука являются необходимостью жизни, они не должны противопоставляться друг другу.

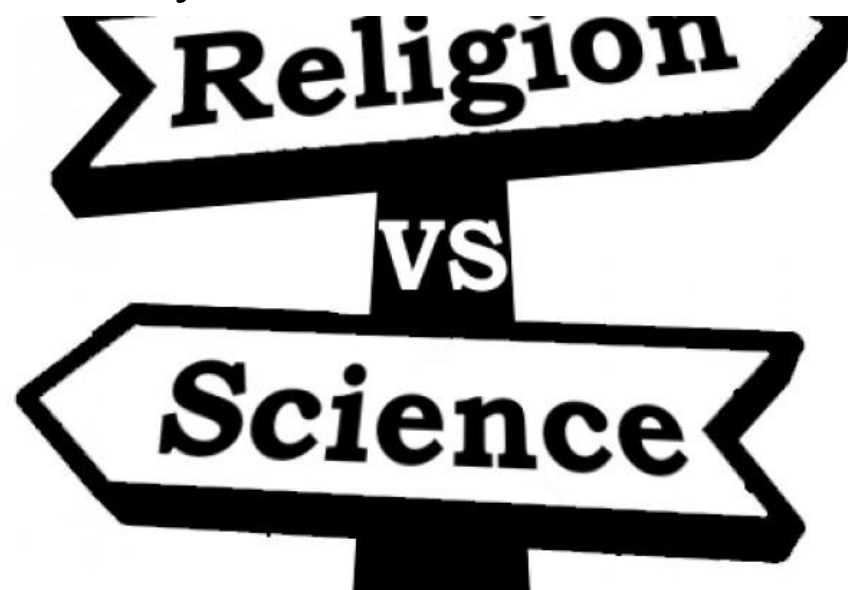




**Альберт Эйнштейн**

**«Наука без  
религии  
слаба, а  
религия без  
науки слепа»**

С современной научной точки зрения видение мира, который находится вокруг нас, и того, который находится внутри каждого, конвергирует. Существует идея конвергенции мира человека и мира, окружающего человека. Синергетика представляет собой новое мировоззрение, которое ликвидирует пропасть между этими двумя мирами, поскольку устанавливает общие механизмы самоорганизации, присущие и тому, и другому. Таким образом, наука, в том числе и естествознание, становится гуманной, очеловеченной.



- Синергетика – это очередной шаг на пути познания. Исходя из принципа де Роберти, знание опережает мировоззрение, а последнее – практику и быт. Можно надеяться, что изменившаяся картина мира, основанная на синергетике, со временем изменит и человека. Поскольку особенностью социальной эволюции является то, что по мере вхождения в «культурную биосферу», или социокультурную среду, человечество переходит на следующую ступеньку своего развития. Синергетика не определяет конечную цель этого развития, но в выборе целей устанавливает ограничение параметров, которые, в конечном счёте, зависят от согласования целей каждого и всех. «В главном – единое, в споре – свободное, в остальном – любовь». Это уже не синергетический принцип, это слова Христа, но в общем похоже.