

ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В ПРИРОДЕ, НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Баяндин А.В.

ИФиПР СО РАН,

630090, г. Новосибирск, ул. Николаева -8,

bajandin@philosophy.nsc.ru

Сектор философии науки; (383) 330-52-35

Понятие обратной связи впервые возникло в естествознании в связи с анализом механизма управления как функциональной системы, родившейся в процессе эволюции и лежащей в основе процессов саморегуляции и саморазвития живой природы, общественных систем и их экономики, всей ноосферы, а также процессов познания. Многие авторы философской и экономической литературы, даже спустя 40 лет после становления кибернетики, продолжают игнорировать (или не понимать) значения и определяющей роли обратных связей¹. Так, Философский словарь (1987, 1991 г.г.) трактует управление без привлечения понятий обратной связи, адаптации и самоорганизации.

При анализе центральной категории диалектики - категории развития явно недостаточно внимания уделяется раскрытию ее связи с понятиями информации,

организации, системности и управления. В действительности, развитие не есть просто изменения вообще, присущие всякому движению, а представляют собой изменения, связанные с процессами отражения (как всеобщего свойства материи), сопровождаемые упорядочиванием связей, накоплением информации, возникновением новых структур, их усложнением и детерминацией. Это - процесс самоорганизации, в котором важнейшее значение имеет генезис механизма управления. Основой механизма управления выступает обратная связь объекта управления с так называемым управляющим субъектом. Структура этого механизма едина для различных по характеру и области применения разделов естествознания.

Наиболее яркие примеры использования обратной связи демонстрируют нам такие науки, как кибернетика, радиоэлектроника, теория поля (в частности – теория электромагнитного поля).

Название науки – “Кибернетика” заимствовано из древнегреческого языка². Платон понимал под этим термином не просто искусство управления кораблями, но искусство «управления вообще», например, искусство управления государством. Кибернетика, наиболее явно, проявляется с развитием техники низких напряжений, примерно с конца XIX века. Именно в технике низких напряжений передача материи и энергии является только необходимым условием; основное здесь - передача информации. Современная кибернетика есть наука о возможных способах поведения динамических структур, то есть изменяющихся во времени. Она изучает такие связи

¹ Р.Ф. Абдеев. Философия информационной цивилизации. М.; ВЛАДОС, 1994, с.75

² Χυβερνητική (др. гр.) - искусство кормчего

и процессы управления и регулирования, которые еще даже не реализованы ни в технике, ни в природе. Исследуя связи динамических систем со своими подсистемами, кибернетика рассматривает специфический случай отношений типа часть – целое. Она исследует не просто движение, но движение управляемых и саморегулирующихся систем. Вместе с тем, кибернетика в своем онтологическом определении, в сравнении с какой-либо самой общей конкретной наукой, имеет глубокие гносеологические “корни”. Она теснейшим образом связана с такими общими науками как формальная логика, математика, диалектика. Кибернетика непосредственно связана и с техническими, биологическими и общественными науками. Образую некую пограничную область между философией и конкретными науками она (кибернетика) интегрирует накопленные знания в определенную систему знаний, формирует мировоззрение.

Объективная реальность представляется нам как взаимосвязанное единое целое. Кардинальное отличие многих сторон и областей действительности демонстрирует нам удивительные совпадения в том или ином соотношении. Такое совпадение часто становится значительным и выражается в структурном подобии. Так , например, косная материя, мир организмов и мир людей объединяет единый процесс - процесс обратной связи («Feed – back»). В общем виде (упрощенна схема) эта обратная связь представлена на рисунке 1.

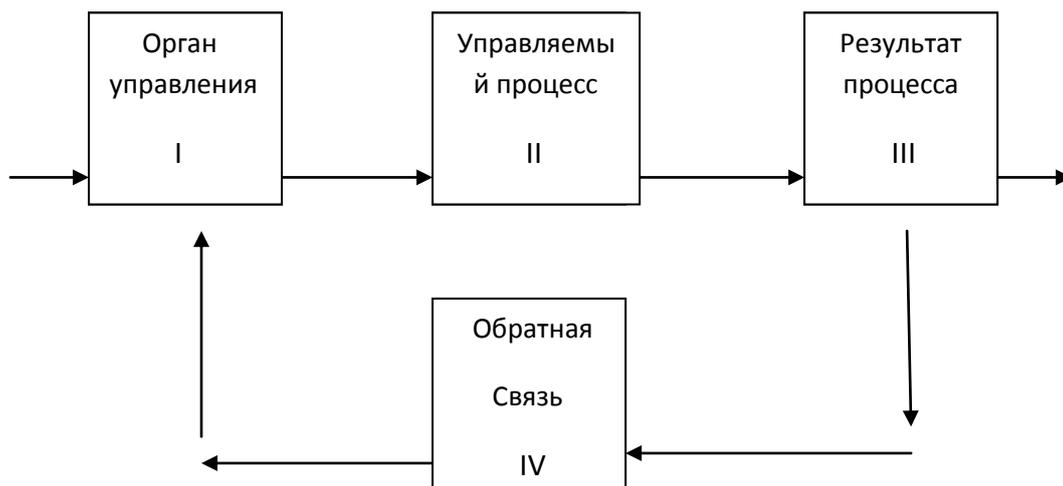


Рис. 1 Упрощенная схема обратной связи произвольного процесса.

Приведенная схема обратной связи может быть реализована в термостатах, различного рода регуляторах, как механических устройств, так и электрических цепей, в моделях общественного и биологического регулирования. Такие устройства, точнее – устройства с обратной связью, как правило, функционируют на низких уровнях энергии и с незначительным ее преобразованием. Они являются основой информационных машин, то есть машин приема, передачи и преобразования

информации. С точки зрения теории систем, такие устройства относят к категории динамических систем. Которые, в свою очередь, могут иметь различные, порой прямо-противоположные свойства, такие как: простота и сложность, дискретность и непрерывность, детерминированность или недетерминированность и т.д. По характеру поведения такие системы можно подразделить на два класса: класс устойчивых и класс неустойчивых способов поведения. Устойчивость динамической системы проявляется в ее способности сохранения относительных количественных и качественных характеристик системы в определенном диапазоне внутренних и внешних изменений.

Устойчивость систем к внешним и внутренним воздействиям достигается различными способами: принудительным внешним управлением; наличием определенного набора способов поведения – искусственная или естественная защита от случайностей; активным воздействием системы на возмущение. И только про **динамические системы с обратной связью** можно сказать, что они обладают **активным изменением самой системы** на внешнее воздействие, сохраняя ее **устойчивость**.

Дарвиновский принцип отбора в органическом мире можно интерпретировать через определения устойчивости и неустойчивости систем: в борьбе различных систем разрушаются неустойчивые системы и выживают только устойчивые, придавая миру его облик.

Упрощенная схема (рис.1) системы с обратной связью имеет исключительную общность: она присутствует во всех без исключения областях действительности. Не только в созданной человеком технике (термостат, карбюратор бензинового двигателя и пр.), но и в самом человеке, окружающей его природе обратная связь проявляется в регулировании, приспособлении, отборе и других наиболее важных функциях.

Вполне очевидно, что категория обратной связи (feed-back) имеет тесную связь с общей **философской категорией взаимодействия**. Линейная причинность выступает в этом случае как особый случай взаимодействия. Линейная причинность до некоторой степени имеет место тогда, когда обратная связь близка к 0. Этот факт имеет большое значение. Таким образом, линейную причинность можно понимать как особый случай взаимодействия, обратной связи, а не наоборот. Строго говоря, есть только процессы с обратной связью, с взаимодействием. Все системы во Вселенной являются системами обратной связи. Только в совершенно особых случаях и только в совершенно особых аспектах имеют место причинные ряды, приближающиеся к линейным³.

³ Г.Клаус. Кибернетика и философия. Перевод с нем. И.С.Добровольского, А.П.Куприяна, Л.А.Лейтес. М.1963,Изд.ин. лит., стр.157-158.

Анализ категории причинности естественным образом приводит нас к нелинейным явлениям в природе и технике. Во-первых, причинные связи объективны и реальны. Во-вторых, исходя из учения об относительной и абсолютной истине следует, что все причинные связи в природе познаются человеком не полностью и не сразу. Отражение в нашем мышлении реальных причинных связей всегда приблизительно правильно, причем это отображение есть процесс постоянного приближения к абсолютной истине. Каждая причинная связь в реальности находится в системе бесконечных взаимодействий. Поэтому линейная причинная связь является грубой абстракцией реального взаимодействия. “Причина и следствие суть представления, которые имеют значение, как таковые, только в применении к данному отдельному случаю; но как только мы будем рассматривать этот отдельный случай в его общей связи со всем мировым целым, эти представления сходятся и переплетаются в представлении универсального взаимодействия, в котором причина и следствие постоянно меняются местами; то, что здесь и теперь является причиной, становится там и тогда следствием и наоборот⁴”.

Действительно, в диалектическом материализме линейная причинность выступает только как момент взаимодействия. И все формы порядка во Вселенной могут быть объяснены как относительно устойчивые состояния равновесия внутри связей взаимодействия. Устойчивость всегда проявляется там, где результат процесса обратно влияет на предпосылки и основы этого процесса. Вселенная как целое является системой упорядоченных систем, созданных так, что они исключают абсолютное господство случая. Системы с обратной связью в известной степени устойчивы к случайным изменениям воздействующих факторов. “Поэтому, категория обратной связи, построенная на категории взаимодействия, является ключом к объяснению господства порядка во Вселенной⁵.”

Способ организации системы, ее структура определяют ее внутренние взаимосвязи и внутренние причины. Внутренние причины системы являются определяющими для ее поведения в сравнении с внешними причинами. Чем выше организована система, тем больше она свободна от влияния внешних изменений.

Очень вероятно, что и сама Вселенная организована и структурирована на взаимодействиях, квинтэссенцией которых является обратная связь в ее различных проявлениях. “Таким образом, структура Вселенной представляется нам растущим “организмом” в соответствии с законом эволюции дискретных единиц материи. Сохранение и изменение во Вселенной проявляются в синтезе устойчивых и переходных процессов на основе принципа обратной связи⁶”.

⁴ Ф.Энгельс. Анти-Дюринг, стр.22.

⁵ Г.Клаус. Кибернетика и философия. Перевод с нем. И.С.Добровольского, А.П.Куприяна, Л.А.Лейтес. М.1963,Изд.ин. лит., стр.162.

⁶ А.В.Баяндин. Принцип обратной связи в концепции детерминизма структуры Вселенной. Философия науки, 1 (9), 2001г., стр. 74.

Аналогично выглядит значение обратной связи и в органическом мире. Развитие жизни от ее простейших форм до человека есть развитие организации (от простого к сложному), есть процесс дифференцирования и интегрирования в едином целом. И, как правило, внутренние противоречия являются той движущей силой, причиной развития и движения. Каждая система с отрицательной обратной связью представляет собой такое внутреннее противоречие, состоящее из двух составных частей: прямой и обратной причинной цепи. При этом устойчивость системы в целом сохраняется до тех пор, пока обе противоречащие тенденции образуют относительно единое целое. Так и развитие жизни есть развитие борьбы против случайности (внешнего воздействия случайной природы и случайного во времени). Развитие и усложнение организмов, их структуры и организации под воздействием случайных, периодических, временных факторов окружающей действительности характерно для положительной обратной связи. Даже самые простые случаи самоорганизации, возникающие сначала спонтанно, содержат в себе стремление и тенденцию ко все большему усовершенствованию.

Две формы обратной связи составляют сущность устойчивости систем с обратной связью. Положительная обратная связь усиливает воздействие, вызывает качественные изменения и действует «революционно, разрушительно» для самой системы. Отрицательная обратная связь ослабляет входное воздействие, стабилизирует систему. Эта связь консервативна и инертна. Реальные системы имеют сложные взаимозависимые различные циклы регулирования с положительной и отрицательной обратными связями. Взаимодействие в регулируемых системах с обратной связью, в противоположность линейной причинности, диалектично по своей сущности, так как содержит в себе единство необходимости и случайности. Переработка воздействий в системах с обратной связью характерен для процессов передачи информации. Сама передача информации есть процесс, в котором постоянно имеет место единство необходимости и случайности, полезной информации и «шумов».

Приведенные выше аргументы развития и усложнения регулируемых систем с обратной связью и для органического мира позволяют предположить, что и сам человек в какой-то мере есть динамическая самоорганизующаяся система. Аналогично можно сказать и об обществе, когда его, как целое, противопоставляют природе.

Системы с обратной связью обладают, как уже упоминалось выше, нелинейной причинностью и являются основой устройств с нелинейными свойствами. В технике, конкретно в радиоэлектронике, типичное нелинейное устройство представляет собой автогенератор электромагнитных волн, включающий в себя: источник питания, усилитель и устройство обратной связи. Для простейшего автогенератора можно записать так называемые неравенства устойчивости (неустойчивости) через коэффициент усиления усилителя и коэффициент обратной связи:

$$K_{oc} < \frac{1}{K_y}, \quad (1)$$

$$K_{oc} > \frac{1}{K_y} \quad (2)$$

где: K_{oc} – коэффициент обратной связи устройства обратной связи;

K_y - коэффициент усиления усилителя.

Первое из этих неравенств выражает условие устойчивости любого линейного усилителя с положительной обратной связью, а второе – условие самовозбуждения (неустойчивости). Перепишем первое неравенство в виде:

$$K_{oc} * K_y < 1 \quad (3).$$

Вместо единицы в правую часть неравенства подставим произвольный коэффициент, значительно меньший единицы $\xi \ll 1$ и запишем так называемое обобщенное уравнение устойчивости системы:

$$K_{oc} * K_y = \xi \quad (4)$$

Приведенное уравнение интересно уже само по себе, т.к. не только характеризует условие устойчивости произвольной системы, но и указывает нам на вид т.н. законов сохранения физики. Константа в правой части уравнения (4) ξ для конкретного взаимодействия выполняет роль фундаментальной константы данного взаимодействия при сохранении устойчивости данной системы.

Изложенный подход к анализу фундаментальных взаимодействий в природе, приведенных к виду обобщенного уравнения устойчивости⁷ позволил по-новому осмыслить и объединить все известные взаимодействия, включая гравитацию.

⁷ . А.В.Баяндин. **Взаимосвязанное динамическое изменение континуума квантов пространства-времени как новый физический принцип анализа физической Вакуума**. Депонированное произведение. Свидетельство № 474 от 26 апреля 1999г. Российское авторское общество, фирма «Сибкоопирайт».

Сейчас становится ясно, что для теории управления и естествознания, вообще, нелинейность должна стать неотъемлемым элементом теории. Примеры других наук, в том числе теории управления, наглядно демонстрируют тот факт, что учет нелинейных явлений многократно обогащает теорию содержательно: нелинейный «мир» несоизмеримо богаче линейного, и именно на этом пути возникают новые явления, принципы и законы. Так, например, теория автоматического управления существенно обогатилась благодаря решению задач об абсолютной устойчивости, исследованию автоколебательных процессов, адаптивного управления. Примеры из других наук, например физики, химии, радиоэлектроники - еще более выразительны.

Конструктивный путь в нелинейный «мир» лежит в направлении систематического использования важнейшего принципа кибернетики - принципа обратной связи. Сегодня становится очевидным, что этот принцип является основой саморегуляции и развития всего живого.

В силу единства механизма управления в природе, обратная связь, как главный атрибут этого механизма выступает в качестве принципа научного исследования. Обобщенная модель управления содержит в себе элементы симметрии и асимметрии, раскрывающие системоорганизующую роль механизма управления. В асимметричных условиях существенную роль приобретают обратные связи элементов системы. Таким образом, обратная связь в процессах самоорганизации материи, механизма управления в «живой и неживой» природе несет на себе нагрузку основополагающего принципа научного познания и отвечает требованиям принадлежности к классу методологических принципов познания.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В МАТЕМАТИКЕ

Обратная связь «пронизывает» окружающую нас действительность: она служит ключевым элементом биологической эволюции и естественного отбора; она обеспечивает регуляторный механизм в равновесных системах, в частности в природных экосистемах, и является необходимым элементом работоспособных экономических конструкций; наконец, она составляет основу саморегулирующихся и самоподдерживающихся биосистем. Но до сих пор мы очень мало знаем о механизме обратной связи.

Действительно, идея обратной связи почти очевидна, легко воспринимается и в простых ситуациях ее применение не вызывает проблем. Как правило, механизмы формирования обратной связи ускользают от исследователя, поскольку они довольно сложны. Здесь ситуация аналогична ситуации с другими законами естествознания⁸. В свое время физик Ричард Фейнман сказал о законе тяготения: «Закон действует сложно, но его коренная идея проста. Это обстоятельство роднит все наши законы»⁹.

Процессы с обратной связью известны и используются в самой математике уже достаточно давно. Так, описание явлений природы с помощью дифференциальных уравнений, которое ввели около 300 лет назад Исаак Ньютон и Готфрид В. Лейбниц, основано на принципе обратной связи. Динамический закон определяет положение и скорость частицы в данный момент времени через их значения в предыдущий

⁸ С.В. Емельянов, С.К. Коровин. Новые типы обратной связи. М.: «НАУКА». Физматлит. 1997, с.319.

⁹ Feynman R.P., Hibbs A. *Quantum Mechanics and Path Integral*/ New York^Mc Graw-Hill Book Company, 1965

момент. Движение частицы понимается как реализация этого закона. Несущественно, будет ли процесс дискретным, т.е. осуществляемым по шагам, либо непрерывным¹⁰.

В современной компьютерной графике и программировании широко используются процессы с обратной связью, в которых одна и та же операция выполняется снова и снова, когда результат одной итерации является начальным значением для следующей. Это операции с рекурсией и итерацией. Так, итерационный процесс даже с несложной формулой дает интересные результаты, реализующие принцип самоподобия в природе. Бенуа Б. Мандельбротом впервые экспериментально обнаружены и теоретически подтверждены основные положения нового направления в науке – фрактальной геометрии.

Необходимо заметить, что эксперименту с числами, чтобы понять их сущность, великие математики уделяли достаточно времени, и не напрасно. Наиболее заметно и впечатлительно это увлечение было у Леонарда Эйлера¹¹, уделяющего расчетам, построению таблиц чисел по их определенным свойствам значительное время, что давало ему «пищу» для вывода теорем по теории чисел. Также и Карл Фридрих Гаусс не терял драгоценного времени зря. Его короткий отдых, между занятиями и лекциями, порой был посвящен расчету количества простых чисел в очередной 1000 чисел натурального ряда чисел¹². Пожалуй, теория чисел, одна из немногих областей математики, допускающая проведение эксперимента с самими числами.

Математика и физика имеют много общего: единая идеология построения, базирующаяся на детерминизме; общая конструктивная методология. Это подтверждается тем, что основное понятие математики - натуральные числа невозможно осмыслить вне понятия физический объект. Впрочем, и наоборот, невозможно осмыслить понятие объект без понятия натурального числа. Единство гносеологии математики и физики проявляется также и в том, что фундаментальные математические константы могут определяться, как и в экспериментальной физике, путем проведения экспериментов с физическими объектами. Как, например, иррациональное число π можно определить методом «иглы Бюффона», или при помощи «бильярдного» метода. С позиции постнеклассической науки становится понятно, что математические вычисления, а следовательно, и любые логические суждения, это всегда некий физический процесс на квантовом уровне. На этом основывается идея создания в недалеком будущем, так называемого, квантового компьютера. По мнению современного выдающегося российского математика В.И. Арнольда: «Математика является экспериментальной наукой - частью теоретической физики и членом семейства естественных наук.... .. математика — просто часть физики, экспериментальная наука, которая открывает человечеству самые важные и простые законы природы.

Разница между математикой и физикой состоит только в том, что в физике эксперименты стоят миллионы или даже миллиарды долларов, а в математике — единицы рублей или копеек»¹³. Экспериментальному наблюдению математических фактов посвящена одноименная книга В.И. Арнольда¹⁴.

¹⁰ Х.-О. Пайтген, П.Х. Рихтер. Красота фракталов. Изд. «МИР», 1993, с.21

¹¹ Неопубликованные материалы Л. Эйлера по теории чисел. Санкт-Петербург, «НАУКА», 1997г.

¹² Д.Я. Стройк. Краткий очерк истории математики. М. «НАУКА», 1990, стр. 180

¹³ В.И. Арнольд. Сложность конечных последовательностей нулей и единиц и геометрия конечных функциональных пространств. Математический институт им. В. А. Стеклова, Москва.

ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В ОСНОВАНИЯХ МАТЕМАТИКИ: ТЕОРИИ ЧИСЕЛ

Обратная связь, Закон обратной связи между числами? Порой можно увидеть на лицах ученых, а и тем более, профессионалов - математиков недоуменное выражение. Да, в естествознании, в современной информатике, кибернетике, физике, синергетике - она присутствует естественно и не вызывает особого удивления. Но, в математике, в основе ее - теории чисел?!

Исследованиями автора в области теории чисел впервые, в основах математического фундамента, обнаружена периодическая закономерность изменения свойств чисел, их взаимосвязь между собой посредством обратной связи. Таким образом, принцип обратной связи приобретает всеобъемлющее значение для всего естествознания, обогащая своей методологической значимостью различные по характеру области знаний.

Материалы, изложенные в работе, неоднократно, в своем развитии были доложены в 1999 - 2002 г.г. на научных философско-методологических семинарах сектора философии науки Института философии и права СО РАН. Чисто математическая сторона исследований была представлена в докладе на Международной конференции по Алгебре и теории чисел в г. Туле в мае 2003г.

Эмпирическая закономерность взаимосвязи простых и составных из простых сомножителей > 7 чисел в натуральном ряду существует, реализуется в виде Закона обратной связи (1) и, более того, представляет собой для составных чисел детерминированный алгоритм. По этому алгоритму находятся, при желании, все составные числа любого произвольного периода джойнт-ряда чисел и, таким образом, в соответствии с Законом обратной связи, находятся все простые числа¹⁵.

В настоящей работе представлен новый метод определения простоты произвольного числа и разложения составных чисел на простые множители (факторизации).

Метод основан на эмпирически выявленной в 1987 г. закономерности распределения простых чисел в натуральном ряду чисел¹⁶, опубликованной в 1999г. Открытая автором закономерность проявляется во взаимозависимости распределения простых и составных из простых сомножителей > 7 чисел, выражающейся в так называемом Законе обратной связи чисел - Законе сохранения количества чисел джойнт¹⁷- ряда:

$$q(x)+\pi(x)=[\eta x] \quad (5)$$

Публичная лекция 13 мая 2006 года. Доклад в Московском математическом обществе.

¹⁴ В.И. Арнольд. Экспериментальное наблюдение математических фактов. М.; 2006г. Изд. МЦНМО.

¹⁵ А.В. Баяндин. Методологический принцип обратной связи в естествознании. Новосибирск, 2003г., изд. Института теплофизики СО РАН, стр. 100

¹⁶ А.В. Баяндин. К распределению простых чисел в натуральном ряду чисел. «НАУКА», Новосибирск, 1999.

¹⁷ Джойнт (от англ. Joint) – совместный

где: $q(x)$ - количество составных из простых сомножителей > 7 чисел, не превышающих целое x ;

$\pi(x)$ - количество простых чисел;

$[\eta x]$ - целая часть произведения;

$\eta = 0,266(6)$ - структурная постоянная джойнт -ряда чисел.

Существенно для вычислений уже то, что количество простых и составных чисел из простых сомножителей >7 в натуральном ряду не превышает 26,66(6)%. Поэтому, область определения простоты произвольного числа и разложения на множители сужается до 26,66(6)% от значения конкретного числа. Например, для числа $x = 7013$ имеем:

$$\eta x = \eta * 7013 = 0,266(6) * 7013 = 1870,133(3) \quad (6)$$

где целая часть $[\eta x] = 1870$ соответствует количеству простых и составных из простых сомножителей > 7 чисел в количестве чисел, равном 7013.

Знание Закона обратной связи чисел позволяет не только понять сущность распределения простых чисел в натуральном ряду чисел, но и дает возможность нахождения, теоретически, всех простых чисел. Факторизация составных чисел с простыми множителями > 7 , определение простоты числа теперь представляет собой не наивное деление, либо алгоритмы для нахождения делителей чисел Мерсенна, а - синтез составных чисел джойнт- ряда по простым формулам для известного x и, соответствующего ему индекса периода повторения n . Причем, синтез составных чисел предполагает, естественно не деление, а умножение с максимальным числом операций до $\sim \eta \cdot \sqrt{x}$.

Известно, что простым называется натуральное число, которое не имеет делителей - чисел, которые делили бы его без остатка, - кроме единицы и самого числа. Проблеме распределения простых чисел в натуральном ряду чисел уже довольно почтенный возраст, примерно в две с половиной тысячи лет. Хотя и этот срок может быть отодвинут в глубину веков, если взять во внимание некоторые второстепенные результаты истинного распределения простых чисел. Приведу, в качестве примера, два высказывания математиков по данной проблеме за период, примерно в 15 лет. То есть, с 1988 по 2003 г.г.

Простые числа при своем таком простом определении и при своей роли кирпичиков, из которых строятся все натуральные числа¹⁸, являются самими капризными и упрямыми из всех объектов, вообще изучаемых математиками¹⁹. "Последовательность простых чисел подчиняется какой-то плохо различимой закономерности, и простые числа живут по собственным правилам. Их сравнивают с сорной травой, случайным образом распределенной среди натуральных чисел. Перебирая одно за другим натуральные числа,

¹⁸ А.М. Legendre, Essai sur la theorie des Nombres. Paris. 1808. p.394

¹⁹ Дон Цагир, Первые 50 миллионов простых чисел. УМН № 6, 2000г.,2.

можно набрести на области, богатые простыми числами, но, по неизвестной причине, другие области оказываются совершенно пустыми. Математики веками пытались разгадать закон, по которому распределены простые числа, и всякий раз терпели поражение. Возможно, никакого закона и не существует, и распределение простых чисел случайно по самой своей природе»²⁰.

Здесь необходимо отметить именно взаимодействие разных, по определению, простых и составных чисел между собой. Находясь в ограниченном ареале, матрице на 24 числа, либо джойнт-ряде из восьми порождающих чисел, простые и составные числа саморегулируют количественное соотношение между собой. Недаром существует поговорка: «Все познается в сравнении». Действительно трудно, да и невозможно увидеть закономерность в однообразии, без взаимосвязи со своей противоположностью в самом крайнем случае. Недаром, тот же Д. Пойа пишет о невозможности найти порядок в простых числах, анализируя всего лишь только таблицы простых чисел: «...Чтобы убедиться, следует только взглянуть на таблицу простых чисел, которую некоторые взяли на себя труд вычислить дальше, чем до ста тысяч, и осознать, что здесь нет никакого порядка и никакого правила. Это тем более удивительно, что арифметика дает нам определенные правила, с помощью которых мы можем продолжать последовательность простых чисел сколь угодно далеко, не замечая, однако, ни малейшего следа порядка»²¹.

Закон обратной связи чисел является динамическим, строго детерминированным законом. Так, если джойнт-ряда представляет собой некоторую числовую систему, то предшествующие состояния этой системы однозначно определяют ее последующие состояния. Как и по определению, Закон обратной связи чисел представляет собой существенную внутреннюю и устойчивую связь простых и составных чисел, обуславливающую их упорядоченное изменение.

Качественно, простые и составные числа джойнт-ряда имеют явно противоположные характеристики. Когда одни, простые числа, демонстрируют нам, в силу определения, монолитность и неделимость на части, другие, составные числа, напротив, являются композитными, делящимися на составные части. Делимость и неделимость представляют для натурального ряда чисел два противоположных свойства числа. Открытие противоречивых, взаимоисключающих противоположных тенденций в самых различных явлениях и процессах всегда имело и имеет принципиальное значение как для формирования диалектического восприятия действительности, так и для осмысления процессов изменения, развития. Под диалектическими противоположностями понимают такие стороны, тенденции того или иного целостного, изменяющегося предмета (явления, процесса), которые одновременно *взаимоисключают* и *взаимопредполагают* друг друга. Диалектическим противоположностям присуще единство и взаимосвязь в рамках некоторого целого. Так, в "рамках" джойнт-ряда чисел простые и составные числа выражают единство и взаимосвязь, взаимодействие "полярных" противоположностей. Единство и "борьба", гибкое взаимодействие противоположностей - простых и составных чисел, выражает существо джойнт-ряда

²⁰ Саймон Сингх, Великая теорема Ферма. МЦНМО, 2000г., стр.257

²¹ Д. Пойа. Математика и правдоподобные рассуждения. «НАУКА», М.: 1975г., стр.112.

и всего натурального ряда чисел и поэтому дает "ключ" к формированию и эволюции распределения простых чисел.

В качестве наглядного примера приведем график изменения простых и составных из простых сомножителей > 7 чисел джойнт-ряда.

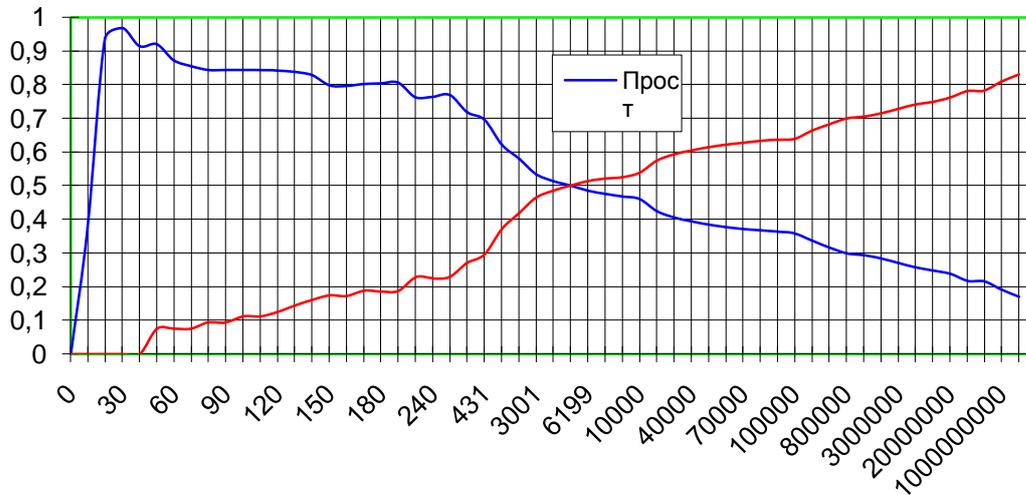


Рис.2. Рассчитанные нормированные значения

количества простых $\frac{\pi(x)}{x}$ и составных $\frac{q(x)}{x}$ чисел в натуральном ряду чисел.

Изменение количества простых и составных чисел происходит в соответствии с Законом обратной связи чисел $q(x)+\pi(x) = [x]$. Из графика видно, насколько коррелированы изменения противоположностей. И если в самом начале, от числа 7 ("великолепная семерка") до числа 49 имеется 12 (дюжина) простых чисел и - ни одного составного числа, то уже первое составное число $7*7=49$, стоящее на 13 (чертова дюжина) месте нарушает тенденцию неуклонного роста кривой распределения простых чисел. Возрастание количественного содержания составных чисел в джойнт-ряду приводит к неуклонному уменьшению относительного количества простых чисел, что и отражает график. Когда абсолютное количество составных чисел становится равным абсолютному количеству простых чисел в распределении чисел "наступает" короткий промежуток равновесия, количественного баланса противоположностей. В равновесии количество простых и составных чисел составляет:

$$\left[\frac{\eta \cdot 10000}{2} \right] = \frac{2666}{2} = 1333$$

При этом, количество простых чисел $\pi(x) = 666$, и - составных чисел $q(x) = 667$; простое число 4999 является 666-ым простым числом и находится в $n = 166$ периоде порождающего числа 19.

P.S. Действительно, тут начинаешь задумываться о том, что в глубокой древности люди, по-видимому, уже знали об этом Законе. Недаром эти числа упоминаются в Библии, а в распределении простых чисел являются "реперными точками" распределения.

Так же наглядно Закон обратной связи чисел проявляет свое действие и в матрицах на 24 числа²².

	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198
1			19		37				73		91☆		109		127				163		181		199
2	2	11		29		47			83			101		119☆		137				173		191	
3	3																						
4		13		31		49☆		67		85☆		103		121☆		139		157				193	
5	5		23		41		59		77			113		131		149		167					203☆
6																							
7	7			43		61		79		97			133		151		169		187				
8		17			53		71		89		107			143		161		179		197			
9																							

Рис.3. Периодическая матрица на 24 числа простых и составных из простых сомножителей чисел > 7 .

☆ - отмечены составные числа.

Матрица на 24 числа периодически, с периодом $T=90$ чисел, "пронизывает" весь натуральный ряд чисел, до бесконечности. В принципе, характер Закона и изменения относительного количества простых и составных чисел можно оценить на абстрактной единственной матрице на 24 числа, через которую просеивается весь натуральный ряд чисел.

В генезисе распределения простых чисел можно выделить несколько этапов развития, сменяющих друг друга. Из анализа графика распределения простых и составных чисел, рис. 1., укажем эти этапы:

- возрастающий участок кривой распределения простых чисел от числа 7 до числа 49; имеется всего 12 простых чисел и ни одного составного числа;
- спадающий участок этой кривой от числа 53 до числа 4999; абсолютное и относительное количество простых чисел в этой промежуток чисел преобладает над количеством составных;

²² А.В. Баяндин. Методологический принцип обратной связи в естествознании. Новосибирск, 2003г., изд. Института теплофизики СО РАН, стр. 59

в) соответствующий возрастающий участок кривой распределения составных чисел синхронно возрастает от числа 49 до числа 4997; абсолютное и относительное количество составных чисел в этом промежутке уступает простым числам, но - неуклонно возрастает;

г) "точка равновесия" противоположностей, простых и составных чисел, характеризуемая количеством чисел: $\pi(x)=666$, $q(x)=667$ и $q(x)+\pi(x) = [\eta x] = \pi(4999) + q(4999) = [\eta \cdot 4999] = 1333$;

д) спадающий участок кривой распределения простых чисел от числа 4999 при $x \rightarrow \infty$; абсолютное и относительное количество простых чисел на этом этапе развития меньше абсолютного и относительного количества составных чисел и имеет противоположную составным числам тенденцию резкого уменьшения;

е) возрастающий участок кривой распределения количества составных чисел, синхронно с уменьшением количества простых чисел, характеризуется ростом абсолютного и относительного количества составных чисел и преобладанием количества составных чисел над количеством простых чисел.

Предварительный итог проведенного анализа распределения простых и составных чисел следующий:

“Если под результатом "единства и борьбы" противоположностей понимать абсолютное и относительное количественное изменение, то можно отметить, что в ограниченном свойствами чисел (признаки деления на 9 и 10) ареале (матрице или джойнт-ряде) количество простых и составных чисел всецело подчиняется Закону обратной связи чисел. При этом качественные характеристики изменения количества - количественное превосходство, меняются местами у простых и составных чисел. Следовательно, Закон обратной связи чисел содержит в себе и "отрицание отрицания", аналогом чего и в природе и в обществе, в любых самоорганизующихся системах служат, в частности, "спиралевидные" процессы, сочетающие в себе цикличность, относительную повторяемость и поступательность”²³.

Методологически важно отметить, что выявление какой-либо закономерности в природе, естествознании, обществе всегда сопровождается поиском диалектических противоположностей, полярных тенденций, что и является, в конечном счете, основной характеристикой развития какого-либо процесса.

Выкристаллизовавшись из методологического принципа всеобщей связи, методологический принцип обратной связи, обретая форму Закона, выполняет существенную и необходимую функцию регулирования, управления и самоорганизации различных по своей природе процессов.

Механизм обратной связи чисел, представленный в данной работе, действующий на формирование распределения простых чисел в натуральном ряду чисел, может быть

²³ Введение в философию. М.: 1990г., Изд. Полит. Лит., стр.171

использован в качестве одного из методов синтеза обратных связей в различных направлениях исследования современной науки.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МЫШЛЕНИЕ И РЕАЛЬНОСТЬ

О математике, о ее удивительных возможностях встраиваться во все разделы естествознания и поразительных результатах вычислений много высказывалось и писалось как в научной, так и в популярной литературе. На аналогии, возникающие между математическими формулами в различных по форме и содержанию физических теориях, разделах физики, указывал известный американский физик Ричард Фейнман. Удивительный мир физики и ее связь с музыкой, поэзией, философией и религией очень удачно представлен в книге В.П. Ковтуна²⁴. В одноименной книге «Язык, музыка, математика» венгерские авторы Варга Б. и др. на многочисленных примерах показывают общие закономерности и структуры в языке, музыке и математике²⁵.

Пересказывая крылатую фразу математика Кронекера: «Целые числа - от бога, все остальное (в математике) - дело рук человеческих». Как новый факт о самой физической реальности отметил Галилео Галилей меткой фразой: «Книга природы написана математическими символами». Все сказанное нами в такой форме о математике, ее непостижимых возможностях и приложениях, так или иначе, заставляет нас задуматься об истоках или свидетельствах в самой реальности, допускающих такую поразительную эффективность математического мышления.

Да, реальность предоставляет нам эти свидетельства, если мы взаимодействуем с ней должным образом. Результаты наблюдений, эксперимента и есть те свидетельства, но не в том смысле, что из них с помощью дедукции, индукции или другого метода можно вывести любую теорию, а в том смысле, что они могут стать истинной причиной предпочтения одной теории другой.

Природа нам "демонстрирует" открытость и доступность не только свидетельств, но и всего механизма обретения знания - это есть независимое допущение о том, какова физическая реальность. Хотя, логически, реальности и нет необходимости иметь это свойство, помогающее науке, но оно у нее присутствует в избытке. Можно сказать, что свидетельства объективны, автономны и потенциально содержатся в универсуме и доступны как в прошлом, настоящем, так и в будущем... Их нужно только увидеть непосредственно или посредством приборов, и они не зависят от того, кто их обнаружит.

Другое свойство реальности - самоподобность универсума в микро- и макрокосме. Это самоподобие природы проявляется в линиях берегов морей и рек, в очертаниях облаков и деревьев, в турбулентном потоке жидкости и в иерархической организации живых организмов. Похожесть планет, их орбит, вид галактик, их скоплений и т.д. и т.п.

²⁴ В.П. Ковтун. Занимательная физика. «Дельта», 1997г., стр.239

²⁵ Варга Б., Димень Ю., Лопарич Э. Язык, музыка, математика. М., «МИО», 1981г., стр.248

Некоторые "картины" природы бесконечно повторяются. "На самом деле процессы, порождающие такие структуры, довольно давно изучаются в математике и физике. Это обычные процессы с обратной связью, в которых одна и та же операция выполняется снова и снова, когда результат одной итерации является начальным значением для следующей. Единственное, что при этом требуется, нелинейная зависимость между результатом и начальным значением.

Аналогии мы находим и в естествознании, методах науки, принципах, средствах науки и производства, формулах различных теорий и выражении фундаментальных законов. Таким образом, реальность содержит не только свидетельства, но и средства - наш разум и продукты сознательной деятельности человека. "В физической реальности существуют математические символы. И то, что именно мы помещаем их туда, не умаляет их физическую суть. В этих символах - в наших планетариях, книгах, фильмах, в памяти наших компьютеров и в нашем мозге - существуют образы физической реальности в целом, образы не только внешнего вида объектов, но и структуры реальности. Существуют законы и объяснения, редукционные и исходящие. Существуют описания и объяснения Большого взрыва и субъядерных частиц и процессов; существуют математические абстракции; домыслы; искусство; этика; теньевые фотоны и параллельные вселенные. Степень истинности этих символов, образов и теорий, - то есть определенное сходство с конкретными или абстрактными вещами, к которым они относятся, - определяет новую самоподобность, которую дает реальности их существование. Эту самоподобность мы называем знанием"²⁶.

ПРИРОДА И МАТЕМАТИКА

В предыдущем разделе мы рассмотрели возможные критерии реальности, реальности физической. Но мир человека не ограничивается окружающей действительностью. Мир человека дихотомичен по своей природе, он включает в себя минимум два взаимосвязанных мира: материальный мир и мир духовный. И если материальный (физическая реальность) мир объективен и независим напрямую от человека, то мир духовный - субъективен и определен как взаимодействием с физической реальностью, так и с внутренними психологическими переживаниями индивидуума. Только во взаимодействии с природой, другими людьми, с обществом, перенимая опыт и накопленные знания, внимательно всматриваясь в свидетельства физической реальности, индивидуум формирует свое сознание, субъективный и объективный духовный мир. Объективный духовный мир человека - это и есть те знания, опыт, средства и предметы труда, наконец, информация, накопленные познающим сознанием социума ~ мира сознания всего человечества. Человек и все человечество не противопоставляет себя окружающей действительности. Человечество - часть "живой" материи и - часть физической реальности, как единого целого. Поэтому и духовный мир человека и общества, средства, предметы труда человека, информация

²⁶ Д.Дойч. Структура реальности. РХД., Москва-Ижевск, 2001г., стр.100

и окружающий материальный мир - все это составляющие единой физической реальности универсума.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из изложенного материала, принцип обратной связи имеет и в математике довольно прочные «корни». Хочется верить, что предложенный в работах автора механизм возникновения и действия обратной связи чисел найдет свое применение и в других областях современного естествознания. Нужно признать, что представленный материал — это лишь основы, первые шаги в понимании действия законов сохранения и, соответственно, закона обратной связи, в фундаменте математики - натуральном ряду чисел.

Мы так часто говорим о единстве и борьбе противоположностей, что это понятие стало тривиальным, само собой разумеющимся и не требующим исследования. Может быть, поэтому этот фундаментальный закон природы так мало исследован и углублен и, что характерно, почти совершенно не математизирован. А между тем он достоин самого пристального изучения и развития - ведь это один из основных, наиболее общих законов мироздания. В законах сохранения, принципе обратной связи как раз и обнаруживаются черты фундаментального закона. Выявление и понимание действия принципа обратной связи в естествознании является, на наш взгляд, одним из необходимых условий интеграции знаний постнеклассической науки.

Настоящая работа была представлена IV Российском философском конгрессе (Москва, 24-28мая 2005г.) Секция: 3. Философия и методология науки (д.ф. н., проф. В.Г. Кузнецов)