МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

ДОКЛАДЫ МОИП 1982 ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФУНКЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Издательство "Наука"
Москва 1985
С.102-106

С.И. Сухонос

СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(Доклад прочитан 19 мая)

Рассматривается система S, погруженная в реальное пространство и имеющая диаметр ∅. S состоит из N элементов, связь между которыми поддерживается за счет дискретных временных информационных сообщений длительностью Δt, которые передаются с максимальной скоростью V_{max} за среднее время t между ее элементами.

Спрашивается, за какое время (T) вся система «заполнится» информацией? Очевидно при Δt = const это зависит в первую очередь от способа передачи информации. При передаче по цепочке (линейно) $T_1 = Nt$, в плоскости $T_2 \sim \sqrt{4N/}\,\pi \cdot t$, в объеме $T_3 \sim \sqrt[3]{6N/}\,\pi \cdot t$. Следовательно, при возрастании мерности пространства, в котором происходит передача информации, скорость заполнения ею также возрастает. Для четырехмерного пространства T_4 должно быть еще меньше и можно предположить, что для любого n

$$T_{n+1} < T_n \tag{1}$$

В общем случае для выполнения этого условия необходимо, чтобы «информационное расстояние» в (n+1)-мерном пространстве было меньше или равно «информационному расстоянию» между элементами в n-мерном пространстве S. «Информационное расстояние» между элементами складывается из двух основных компонент: $t_i = \Delta t + t$. Покажем, что для четырехмерного пространства наше утверждение (1) выполняется даже если пространство не искривлено и остается евклидовым при соблюдении дополнительных условий:

$$\Delta t_{min} \geq t_{max} \tag{2}$$

Экстремизация параметров необходима для рассмотрения реальных систем /I/ и условие (2) говорит о том, что длительность сообщения всегда больше (или равна) времени этого сообщения «в пути», какие бы элементы системы мы не взяли.

Именно в этом случае информация в S может распространяться не фронтом («диффузно»), а масштабно, по уровням иерархии. Поэтому, если разбить систему на ряд подсистем, затем уже подсистемы на ряд подсистем и т.д. вплоть до собственно элементов, получится иерархически (или масштабно) организованная структура, которая при условии (2) будет заполняться информацией по геометрической прогрессии (лавинообразно и с огромной скоростью). Ранее автором было показано, что масштабное измерение можно считать четвертым измерением, т.к. оно связано со временем. Поэтому $T_4 \sim j \cdot \Delta t_{min}$, где j. — число уровней в системе. Т.к. в самом общем случае $j = \log_K N$, где K — среднее число элементов в объектах каждого уровня, то легко доказать, что при $j \geq K$, для любых K $T_4 < T_3$. В предыдущей работе было показано, что при соблюдении принципов экстремальности $n \leq 4$. Таким образом утверждение (1) с дополнительным условием (2) показывает, как без привлечения сложных топологических представлений об искривленном пространстве (сигнал распространяется не в «подпространстве», а в обычной физической среде) достигается условие «информационной близости» удаленных друг от друга элементов. В первом приближении из этого условия следует, что сигнал распространяется мгновенно и не играет никакой роли реальное расстояние внутри S. В этом случае можно говорить лишь о неевклидовом информационном пространстве, в котором структурно удаленные элементы оказываются в близком контакте.

Для систем с минимизацией функции T возникает условие максимизации n — функции мерности. Они стремятся в силу этого к предельной масштабной организованности. Минимизация функции T дает преимущество для динамических систем, стремящихся к сохранению целостности за счет мобильности управления. Целостность элементов системы ведет к появлению нового масштабного качества, к появлению нового устойчивого масштабного уровня. В динамике этот процесс ведет к возникновению уровней организации как таковых, т.е. к упорядочиванию первичных элементов в усложняющиеся системы. Таким образом, двигателем любой эволюции следует считать минимизацию функции T, т.е. стремление к сокращению информационного объема системы, стремление к информационному коллапсу, сингулярности. Мы видим здесь как из динамики (как общего свойства системы) вытекают два противоречащих друг другу, взаимно отрицающих друг друга свойства: свойство движения, ведущее к расширению системы, и свойство целостности, сохранности самой системы, ведущее к минимизации времени заполнения ее информацией, к «информационной гравитации». Наличие динамики, как свойства материи, обуславливается выполнением закона сохранения энергии и присуще всем системам. (Информационная изоляция части общей системы ведет к нарушению закона сохранения энергии, т.к. отделившаяся часть унесет часть энергии данной системы.) Собственно именно поэтому из одного лишь закона сохранения энергии следует логический вывод необходимости наличия как кинетической энергии (динамика системы), так и потенциальной (целостность системы) .

Следует обратить внимание также на внутреннюю противоречивость самой тенденций к минимизации T, т.к. этот процесс с одной стороны ведет к образованию новых масштабных уровней, а с другой стороны — к информационному коллапсу, разрушающему эти уровни. Т.к. полный коллапс системы невозможен из-за закона сохранения энергии, то реализуются частичные или локальные коллапсы внутри системы. Динамика этого процесса не разбирается.

Отдельно разбираются условия перехода от 4-системы к 3-системе, т.е. от масштабно организованной, упорядоченной по уровням — к полицентрической. Переход осуществляется при выполнении равенства:

$$\Delta t_{min} = t_{max} = \varnothing_{max}/V_{max} \tag{3}$$

Таким образом, если в системе известна максимальная скорость передачи информации и минимально возможная длительность информационного сообщения, то, подставляя значения в (3) мы получим ограничения информационного порядка на возможность реализации 4-системы большего размера чем $\varnothing_{max}$.

Этот вывод проверяется для биосистем. Известно, что в жидких системах атомы колеблются со средней частотой 10^{13} c^{-1} /2/. Этим определяется значение Δt_{min}, а $V_{max} = c = 3 \cdot 10^{10}$ см/с. Полученный критический размер $\varnothing_{max} = 3 \cdot 10^{-3}$ см является средним размером клеток, перехода от одноядерных к многоядерным клеткам, с которого начинают образовываться колонии многоклеточных, и наименьшим размером многоклеточных (коловратки). Следовательно, вывод, сделанный системно, о переходе в данном размере от масштабноорганизованных систем к полицентрическим оказывается верным. Внутри клетки можно насчитать не более 10 уровней организации, поэтому $T_4 \sim 10 \cdot 10^{-13}$ с, т.е. заполнение клетки сигналом осуществляется практически мгновенно. Утверждается, что это является причиной удивительной синхронности и самосогласованности идущих в клетке процессов. Предполагается, что в ходе эволюции данное ограничение по размерам не дало возможности прямого увеличения размеров биосистем с масштабной организацией и привело к появлению растительного мира с преимущественно диффузной системой информационной связи между клетками. В дальнейшем противоречие могло быть снято лишь за счет увеличения базисного периода. Поскольку макромолекулы из-за относительной неустойчивости своей структуры не могут служить источником стабильных базисных колебаний, потребовалось создание автономной информационной системы с возможностью генерации стабильных импульсов большего периода.

На примере человека показывается, что нервная система полностью удовлетворяет эти требованиям; $V_{max} = 10^4$см/с, $\Delta t_{min} = 1/70 = 0{,}015$ мс и по формуле (3) $\varnothing_{max} = 1{,}5$ м, что достаточно хорошо для приближенного анализа совпадает с предельным размером нервной системы человека.

Так как предельный размер клетки в 10^5 раз больше среднего размера атомов, а предельный размер нервной системы человека в 10^5 раз больше среднего размера нейрона, можно написать формулу для элементов 4-системы:

$$\varnothing^{\text{э}}_{max} = 10^{-5}\, \Delta t_{min} \cdot V_{max} \tag{4}$$

Формула системна за исключением эмпирического коэффициента масштабного подобия, который имеет космологическую природу /3/. Проверка этой формулы произведена для астрономических объектов. По известным периодам звездных пульсаций получены диаметры долгопериодических, карликовых, типа UV Кита и пульсаров. Значения диаметров согласуются со справочными данными. При проверке формулы для солнечной системы выяснилось, что периоды солнечной активности связаны с орбитами планет и достаточно хорошо вычисляются из последних.

Все это показывает плодотворность системно-информационного подхода для анализа типа структуры систем различной природы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ассеев В.А.* Экстремальные принципы в естествознании и их философское содержание. Л., ЛГУ, 1977, 342 с.
2. *Френкель Я.И.* Кинетическая теория жидкостей. М.-Л., 1945, 273 с.
3. *Сухонос С.И.* Знание — сила, 1981, № 7, с. 31–33.