

О КИБЕРНЕТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ИЕРАРХО-СЕТЕВЫХ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

С.Н. Гринченко

*Институт проблем информатики Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» РАН*
Россия, 119333, Москва, ул. Вавилова, 44-2
E-mail: sgrinchenko@ipiran.ru

Ключевые слова: иерархо-сетевая кибернетическая модель природных систем, контур иерархической поисковой оптимизации, субстрат взаимодействия, близкодействие, дальнодействие, «информационное квази-близкодействие».

Аннотация: Природные системы, структуры которых иерархичны «по вложению» – в отличие от социальных систем, иерархичных «по подчинению», – предлагается рассматривать как «*иерархо-сетевые*», представители каждого *иерархического* яруса в которых взаимодействуют между собой, образуя *сетевые* структуры. Базируясь на кибернетические (поисково-оптимизационные) модели иерархо-сетевых систем живой и личностно-производственно-социальной природы (системы Человечества как целого), вводятся понятия сетевых взаимодействий «близкодействия», «дальнодействия» и «информационного квази-близкодействия». Отмечается, что последнее стало возможным в последние десятилетия после появления и широкого распространения информационной технологии телекоммуникаций, обеспечивающей межъярусные сетевые взаимодействия – *непосредственное* воздействие на отдельного изолированного индивида сообществ индивидов, скоординировавших свое поведение в соответствии с собственными интересами и целями. Возникающий при этом конфликт интересов/целей в потенции опасен для общества.

1. Введение

Иерархический характер построения природных систем не вызывает сомнений. Особенно ярко он отражен в системе живой природы: ...– популяции – многоклеточные организмы – органы – ткани – эвкариотические клетки – их компартменты – их субкомпартменты – прокариотические клетки – их компартменты –... Другими словами, это иерархическая структура типа «матрешки», которую можно назвать иерархической структурой «по вложению» – в отличие от иерархической структуры «по подчинению», характерной для социальных структур типа армии, бюрократии, церкви и т.п.

Важно отметить, что характерная для природных систем структура «по вложению» содержит на каждом своем *иерархическом* ярусе *сетевую* структуру, отражающую взаимодействие представителей такого яруса между собой (самой различной интенсивности и знака влияния). То есть имеет место органически тесная комбинация иерархической и сетевой структур, причем сетевое взаимодействие элементов происходит не только внутри представителя иерархически высшего, охватывающего их, яруса, но и между элементами, входящими в иные, смежные, представители последнего.

Таким образом, логично ввести следующее определение: «*иерархо-сетевая*» структура – структура, представители каждого иерархического яруса которой взаимодействуют между собой, образуя сетевые структуры. Или, иначе говоря: иерархическая

структура типа «матрешки», но с существенно большим единицы числом вложений на каждом ее иерархическом уровне, взаимодействие которых между собой и образует на нем соответствующие сетевые структуры.

2. Иерархо-сетевые структуры: общее представление

На рис. 1 показан демонстрационный фрагмент типовой трехярусной иерархо-сетевой структуры. Для этого фрагмента в общем случае возможны три вида *сетевых* взаимосвязей:

- 1) между элементами одного и того же i -го яруса в пределах объемлющего их элемента более высокого $(i+1)$ -го яруса – в данном фрагменте это пары «нижний-средний» и «средний-верхний» ярусы; эти сетевые взаимосвязи множественные, вплоть до связей "каждый – с каждым" (на рис. 1 показаны сплошными стрелками различной толщины для взаимосвязей между элементами как нижнего яруса, так и среднего);
- 2) между элементами i -го (здесь – нижнего) яруса в пределах объемлющего их элемента $(i+2)$ -го верхнего яруса – существенно более редкие (показаны штриховыми стрелками);
- 3) между смежными ярусами, – в данном фрагменте их представляют элемент нижнего i -го яруса и совокупность всех элементов среднего $(i+1)$ -го яруса – осуществляются спорадически (показано объемной стрелкой).

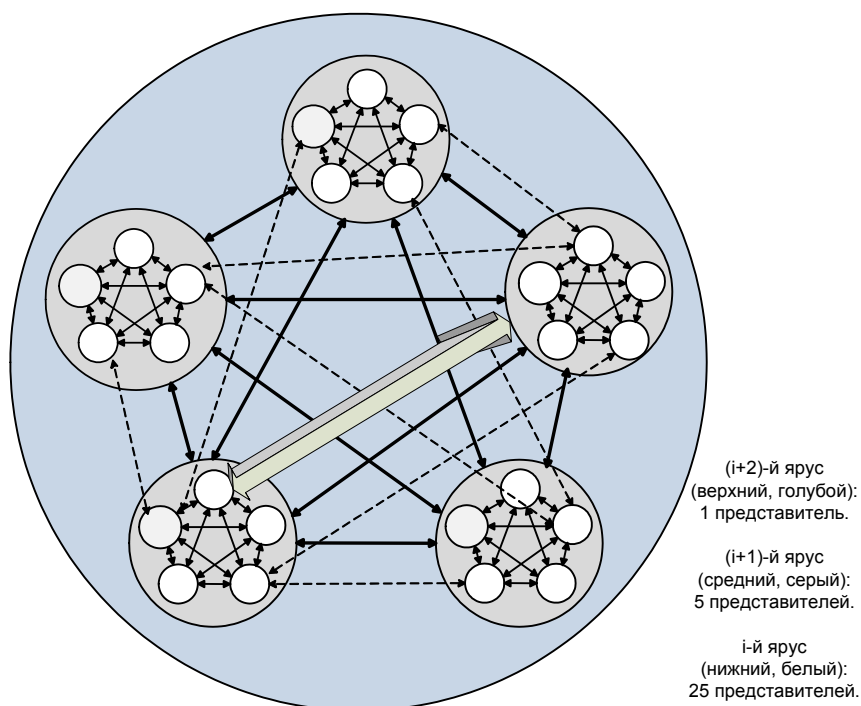


Рис. 1. Типовая трехярусная иерархо-сетевая структура (демонстрационный фрагмент с коэффициентами «вложенности» 5).

Следует отметить, что сетевые взаимосвязи обладают, – помимо свойства существовать в таком качестве, – очевидным свойством изменяться во времени. Так же очевидно, что их интенсивность зависит от расстояния между взаимодействующими элементами: в общем случае с его увеличением она падает.

Рассмотрим некоторые примеры сетевых взаимосвязей между элементами в системах живой и лично-производственно-социальной природы, опираясь на их кибернетические модели.

3. Иерархо-сетевые структуры в системах живой и лично-производственно-социальной природы

Согласно поисково-оптимизационному подходу к моделированию природных систем, такие системы представляют собой иерархо-сетевые структуры, каждый из представителей которых проявляет собственную поисковую активность, причем цель (минимизация критерия энергетического характера, при ограничениях типа равенств и неравенств) задается на одном из вышележащих в иерархии ярусов согласно «вложенности» рассматриваемого представителя в такую структуру [1-6] (рис. 2).

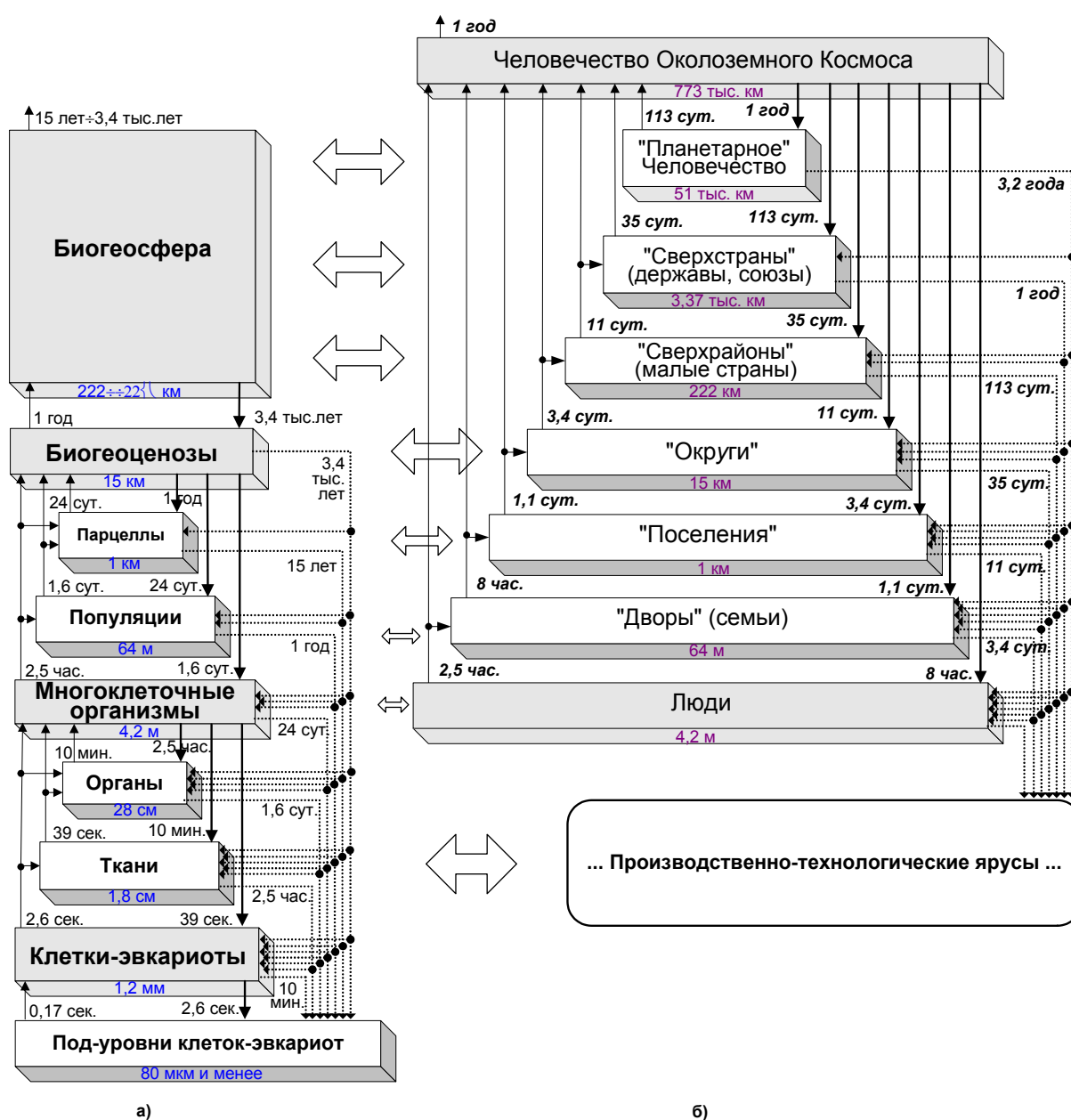


Рис. 2. Иерархо-сетевые структуры в: а) системе живой природы; б) лидирующей подсистеме системы личностно-производственно-социальной природы, или Человечества. Обозначения на рис. 2: восходящие стрелки в левых частях контуров иерархической поисковой оптимизации а) системы живого и б) лидирующей подсистемы Человечества (имеющие структуру «многие – к одному») отражают **поисковую активность** (поведение, направленное на изменение ситуации (или отношения к ней) при отсутствии определенного прогноза его результатов, но при постоянном учете степени его эффективности) **представителей соответствующих ярусов в иерархии**; нисходящие сплошные стрелки в их центрах (имеющие структуру «один – ко многим») отражают **целевые критерии поисковой оптимизации** энергетики соответствующих подсистем; нисходящие пунктирные стрелки в их правых частях (имеющие структуру «один – ко многим») отражают **оптимизационную системную память** (память структур, иерархически вложенных в рассматриваемую структуру, о ее прошлом оптимизационном приспособительном поведении) **личностно-производственно-социального**; символы \leftrightarrow отражают соответствие пространственных размеров иерархических уровней/ярусов в схемах.

Отличительной особенностью рассматриваемых кибернетических моделей природных систем является их количественный характер. Как оказалось, типичные (критические) значения их пространственных и временных параметров с достаточной точностью соответствуют числовым рядам, построенным на базе геометрической прогрессии со знаменателем $e^e = 15,15426\dots$ (это значение установлено, применительно к критическим уровням в развитии биологических систем, А.В. Жирмунским и В.И. Кузьминым [7]) и некоторых ее модификаций [1, 2].

Наличие иерархии таких модельных пространственно-временных оценок дает возможность очертить рамки, в которых могут происходить иерархо-сетевые взаимодействия в природных системах (применительно к ареалам расселения эффективно самоуправляющихся сообществ типичные линейные размеры соответствуют радиусам кругов той же площади).

Так, применительно к контуру иерархической поисковой оптимизации «Многочлеточные организмы–Органы–Ткани–Клетки–эвкариоты» системы живого (рис. 2а) можно выстроить следующую последовательность элементов, составляющих этот контур, по степени убывания числа взаимосвязей и их интенсивностей:

- взаимодействие клеток-эвкариот в пределах объемлющей их ткани (максимальные число взаимосвязей, вплоть до «каждый – с каждым», и их интенсивности);
- взаимодействие клеток-эвкариот в пределах объемлющего их органа (средние число взаимосвязей и их интенсивности);
- взаимодействие клеток-эвкариот в пределах объемлющего их многоклеточного организма (минимальные число взаимосвязей и их интенсивности).

Здесь следует указать, что понятие «взаимодействие» неявно подразумевает наличие своего носителя, субстрата – с помощью которого оно и осуществляется, передается. То есть взаимодействие двух субъектов следует рассматривать как триаду «субъект-1– субстрат/носитель взаимодействия субъектов – субъект-2».

К таким носителям можно отнести, начиная от самого элементарного *механического контактного* взаимодействия, соответствующие внутриорганизменные управляющие системы, как-то: *иммунную, гуморальную (эндокринную), нервную* – во всех их проявлениях. Даже если *контактное* взаимодействие – от клетки к клетке в пределах ткани – считать «близкодействием», то остальные вышеупомянутые взаимодействия необходимо определить как «дальнодействие», поскольку оно происходит в пределах органов и многоклеточного организма в целом, размеры которых существенно больше размеров клеток-эвкариот (соответственно на 2 и 3 порядка).

Тем более «дальнодействующим» можно назвать – теоретически возможное – взаимодействие между клетками-эвкариотами различных многоклеточных организмов в рамках их объединений: популяций, парцелл и биогеоценозов. Но для обеспечения этого требуются свои специфические носители, наличие которых явно не просматривается (если не учитывать гипотетические «биополя...»). Предельный случай такого взаимодействия – слияние гамет – требует их *контакта*, организованного специальным образом, т.е. «на территории» одного из взаимодействующих организмов, и не может произойти удаленно (естественным образом).

Исходя из этих соображений, можно констатировать, что подавляющая часть сетевых связей между составляющими как многоклеточных организмов, так и биогеоценозов реализуется на основе «дальнодействия».

По аналогии с системой живой природы, и в системе личностно-производственно-социальной природы (рис. 2б) взаимодействие между ее составляющими – на базе информационных технологий (ИТ) мимики/жестов, речи/языка, письменности и др. – происходит главным образом на основе «дальнодействия». Исключения составляют:

- а) «близкодействие» (вплоть до контактного) между людьми в составе семей/дворов и иных малых групп (производственного и др. назначения);
- б) «информационное квази-близкодействие» на базе ИТ телекоммуникаций, которое зародилось в последние несколько десятков лет (начало возникать около 1979 г., с кульминацией скорости расширения и усложнения этого процесса около 2003 г.) и обеспечивает возможность удаленных, вплоть до разных континентов и антиподов, информационных контактов между людьми, причем приемлемых по соотношению стоимость/эффективность.

То есть появление эффективной телекоммуникационной ИТ кардинально изменило всю структуру «дальнодействующих» межличностных и общественных сетевых связей, естественных для системы Человечества до этого момента. Более того, именно телекоммуникационная ИТ сделала возможными межъярусные сетевые взаимодействия – *непосредственное* воздействие на отдельного изолированного индивида групп и объединений индивидов, скоординировавших свое поведение в рамках таких сообществ в соответствии с собственными интересами и целями. Возникающий при этом конфликт интересов и целевых установок в потенции может быть весьма опасным для общества.

Таким образом, возможности, которые предоставляет ИТ телекоммуникаций, в частности, обеспечения сетевого «информационного квази-близкодействия», могут быть представлять угрозу для информационного общества. Это требует проведения тщательного и кропотливого анализа всех аспектов развития данного процесса на Земле.

4. Заключение

Превалирующее в системе живой природы и – до последнего времени – в системе личностно-производственно-социальной природы «дальнодействующее» сетевое взаимодействие элементов систем одного и того же яруса в иерархии, в наши дни дополняется все более значимым «информационным квази-близкодействием» на базе ИТ телекоммуникаций. Это усложняет всю внутреннюю структуру системы Человечества.

Список литературы

1. Гринченко С.Н. Системная память живого (как основа его метаэволюции и периодической структуры). М.: ИПИРАН, Мир, 2004. 512 с.

2. Гринченко С.Н. Метаэволюция (систем неживой, живой и социально-технологической природы). М.: ИПИРАН, 2007. 456 с.
3. Гринченко С.Н. Homo eruditus (человек образованный) как элемент системы Человечества // Открытое образование. 2009. № 2. С. 48-55.
4. Гринченко С.Н. Об эволюции психики как иерархической системы (кибернетическое представление) // Историческая психология и социология истории. 2012. Т. 6, № 2. С. 60-76.
5. Гринченко С.Н. Эволюция темпов жизни людей и развитие человечества // Человек. 2014. № 5. С. 28-36.
6. Гринченко С.Н. Моделирование: индуктивное и дедуктивное // Проблемы исторического познания. М.: Институт всеобщей истории РАН, 2015. С. 95-101.
7. Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни в процессах развития биологических систем. М.: Наука, 1982. 179 с.