

«– “А чем вы занимаетесь?” – спросил я.
– “Как и вся наука, – сказал горбоносый. – Счастьем
человеческим”.
– “Понятно, – сказал я. – Что-нибудь с космосом?”
– “И с космосом тоже”, – сказал горбоносый».

Аркадий Натанович и Борис Натанович Стругацкие

1. ОБЩЕЕ ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ

1.1. Популярно о «поисково-оптимизационной» концепции (описания системы Природы)

Человек воспринимает и осознаёт окружающую его природу – естественную или искусственную – как сцену некоторого спектакля, в котором только он играет главную роль. И если декорации иногда и меняются, то это всегда заранее predetermined текстом пьесы (например, летний пейзаж сменяется осенним, тот – зимним и т.д.) либо его собственными действиями (р-р-раз! – и на Волге с целью получения электроэнергии выстроена плотина). Как следствие, *возникновение* негативных последствий своих действий (например, резкое сокращение вылова осетровых рыб, изменение микроклимата в районе водохранилища и т.п.) он объясняет просто их недостаточной продуманностью, то есть, акцентируя внимание на словах «последствия *своих* действий». Мол, «лес рубят – щепки летят».

Ну а если перенести акцент на слово «возникновение»? Постараться понять и объяснить, кто же ответствен (что же ответственно) именно за факт *появления* таких последствий? Для этого можно сформулировать целый ряд разнообразных гипотез, среди которых, с моей точки зрения, наиболее продуктивна гипотеза объяснения этого как проявления *свойств целостной системы Природы* и/или *Человечества* (как её подсистемы). И более конкретно – объяснения активного приспособительного поведения *элементов* этих систем как проявления перманентной деятельности общесистемного *механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации*, неотъемлемо им присущего [Гринченко, 2004а].

К таким элементам относятся, например, и организм (многоклеточный), и биогеоценоз (сообщество организмов и иерархически более мелких живых образований), и Биосфера в целом (в некоторой степени), а также соответствующие представители ряда социально-технологических структур Человечества. Все они «ведут себя» таким образом, чтобы постоянно стремиться к состоянию, наиболее энергетически комфортному. Последнее означает, что энергозатраты, обеспечивающие направленную наружу этих образований «функциональную» деятельность, имеют *тенденцию* максимизироваться, а направленную внутрь «регуляторную» деятельность – минимизироваться, что, конечно же, не означает жёсткого детерминизма в их *сиюминутных* жизненных проявлениях. Причём слагающие каждую из таких общностей отдельные элементы – например, многоклеточные организмы, как составляющие биогеоценоза – могут, если хотят, двигаться к прямо противоположным целям, т.е. уходить от комфортного состояния. Биогеоценоз как целое всё равно со временем ограничит такие их действия, вплоть до их устранения из своей структуры вообще.

Но здесь уже вполне правомерен вопрос: что подразумевается под «сиюминутным» и что под «тенденцией»? Ответ на него опирается на эмпирические данные и состоит в утверждении, что как пространственные параметры того или иного элемента системы, так и характерные времена процессов его приспособительных изменений тем больше, чем он «выше» в системной иерархии. Но поскольку человек подходит к ним со своей меркой (т.е. сравнивая эти характеристики с таковыми для многоклеточного организма), то, естественно, масштабы биогеоценозов и, тем более, Биосферы представляются ему значительными или огромными, а изменения – весьма медленными вплоть до почти не фиксируемых. И так же естественно, что масштабы живой клетки (эвкариота) и, тем более, бактерий (прокариот) представляются ему незначительными или крохотными, а изменения – весьма быстрыми вплоть до ускользания от фиксации (наблюдаются лишь усреднённые величины, высокочастотный «дребезг» которых плохо уловим). Так что «сиюминутным» следует считать поведение, характерное именно для рассматриваемого объекта в иерархии живого (независимо от того, как оно соотносится с темпом восприятия человека), а «тенденцией» – более медленные влияния на него со стороны иерархически высших уровней.

Резюмируя, подчеркну, что всё вышеизложенное фактически можно свести к утверждению, что некоторые из элементов как в иерархии живого, так и в иерархиях социально-технологического проявляют активность, определённую «свободу воли» и целенаправленность (в энергетическом смысле) своего приспособительного поведения, обычно относимые только к уровню человека. То есть также являются актёрами в разворачивающемся спектакле жизни на Земле, пусть иногда и подающих свои реплики медленно и с большим опозданием. Следовательно, человек должен это учитывать, причём не только

при изучении законов развития Природы и Человечества, но и, прежде всего, – в своей *практической* деятельности (т.е. оказывая на них какие-либо воздействия, от обеспечения своей элементарной жизнедеятельности и вплоть до кардинальных перестроек).

1.2. О проблемах описания Природы, как системы

Эти проблемы в первом приближении подразделяются на две группы, первая из которых связана с обоснованием актуальности именно такой постановки задачи исследований, а вторая – с потребным для этого инструментарием. Для иллюстрации актуальности приведу несколько высказываний авторитетных специалистов, которые можно рассматривать как своеобразное обоснование необходимости формирования новых – в частности, поисково-оптимизационных, целевых – подходов к пониманию глубинной сущности окружающего нас мира.

«Вновь создавшийся геологический фактор – научная мысль – меняет явления жизни, геологические процессы, энергетику планеты. Очевидно, эта сторона хода научной мысли человека является природным явлением. Как таковая она не может представляться натуралисту-эмпирику случайностью, она неизбежно является его умственному взору неразрывной частью того целого, которое, как он непреклонно знает, всё подлежит числу и мере, охватывается его эмпирическими обобщениями» [Вернадский, 1981(1926)].

«Можно говорить о "целях" системы, какой бы природы она ни была. В неживых системах это стабильность и развитие, т. е. непрерывное усложнение организационной структуры и многообразия элементов. В системах, принадлежащих миру живого, цель элемента – стабильность, которую принято называть гомеостазом. В системах общественной природы возникает целый спектр целей. Поскольку элементы системы в свою очередь являются системами, можно говорить и о целях элементов (подсистем). И они, эти цели подсистем, далеко не всегда совпадают с целями самой системы. Поэтому возникает представление о соразвитии, или коэволюции – термине, который стали употреблять последние 30 лет не только в биологии. Это важное понятие. Оно означает такое развитие подсистем (систем нижнего уровня), которое не нарушает развития исходной системы» ([Моисеев, 2001], стр. 34).

«В современной ситуации формируется новое видение природной среды, с которой человек взаимодействует в своей деятельности. Она начинает рассматриваться не как конгломерат изолированных объектов и даже не как механическая система, но как целостный живой организм, изменение которого может проходить лишь в определённых границах. Нарушение этих границ приводит к изменению системы, её переходу в качественно иное состояние, способное вызвать необратимое разрушение целостной системы» [Стёпин, 2000б].

«Настало время признать, что мир учится жить по новым правилам, соответствующим логическому продолжению эволюции гуманизма – его ноосферной фазе развития. Разрознённые принципы, представляющие собой сокровищницу человечества, которые нашли и успешно апробировали разные народы, мыслители, религии, могут быть объединены в единый гуманистический "кодекс жизни". В нём взаимно дополняют друг друга: христианское "не убий", стремление гуманистов к образованности, человеколюбию и созиданию, утверждение принципов равенства и свободы, гражданственности и духовности, нынешний глобализм и забота о будущем всей планеты» [Марфенин, 2000].

Имеющиеся данные о ходе и особенностях развития материальной культуры и техники (см., например, [Lilly, 1965(1970); Lem, 1967(2002); Кудрин, 1981, 1989; Дорфман, 1990; Саламатов, 1996]), т.е. «Второй природы», – могут рассматриваться как аргументы в пользу системного рассмотрения этого процесса. Причём не самого по себе, а в его теснейшей связи и координации с развитием людей и соответствующих социальных структур.

Но если проблема формулируется именно как «исследование природной системы *в целом*», то это, помимо прочего, подразумевает, что те или иные системные принципы должны быть заложены в основу исследования *изначально*. Другими словами, это означает, что методологически такое исследование следует проводить в направлении, противоположном доминирующему в науке. То есть двигаться не от наблюдаемых в природе фактов – через их сравнительный анализ – к возможным теоретическим обобщениям, а наоборот: от постулирования некоторого системного базиса исследования – через построение на его основе соответствующей содержательной модели с последующим анализом совокупности возможных проявлений её функционирования – к интерпретации на этой основе наблюдаемых фактов.

Рассматриваемый в данной монографии случай демонстрирует именно второй вариант указанной методологии, причём в качестве системообразующего базиса избран инструментарий, адекватный рассматриваемой сложнейшей проблеме, т.е. *механизм иерархической адаптивной поисковой оптимизации* (МИАПО). Возникает вопрос: почему избран именно он?

Краткий ответ на этот вопрос можно дать, анализируя само название этого механизма (М).

(О). Термин «оптимизация» указывает на область задач управления, решаемых этим механизмом – задач определения оптимального (например, наиболее энергетически выгодного, наиболее комфортного, и т.п.) состояния объекта управления.

(П). Определение «поисковый» здесь указывает на метод получения этим механизмом информации об оптимизируемом объекте, и является антонимом к определению «вычисляемый аналитически» (что возможно лишь для оптимизаторов, искусственно созданных человеком). Поисковый метод требует от объекта управления минимальной информации (лишь *измеримости* его целевого критерия/целевой функции), что и определяет его максимальную *универсальность*.

(А). Определение «адаптивный» указывает на присущее этому механизму свойство перманентной настройки/подстраивания (на основе результатов, получаемых в ходе работы механизма) всех его *параметров*, влияющих на *локальную эффективность* процесса оптимизации.

(И). Определение «иерархический» указывает на неотъемлемое свойство этого природного механизма, которое является основным средством повышения – в ходе метаэволюции природной системы – его «глобальной» *эффективности*.

К более подробному описанию особенностей этого механизма я и перехожу.

«Только строительство дома начинается с фундамента, а при строительстве науки её основания появляются обычно довольно поздно»
Генрих Грневский

1.3. Основная терминология

Определения используемой в этой монографии *авторской терминологии*, как-то: иерархическая поисковая оптимизация, контур иерархической поисковой оптимизации (супраконтур), псевдосупраконтур, квазисупраконтур, эврисупраконтур, ГЕГЕМОН, ИНДИВИДЫ, Трибы, Касты, системная память, метаэволюция, меташаг, метаэтап, метафаза и др., а также **классические определения**, как-то: поисковая активность, адаптивная поисковая оптимизация, целевые критерии поисковой оптимизации (экстремального типа, типа равенств и типа неравенств) и др., приведены и подробно обсуждены – применительно к механизму иерархической адаптивной поисковой оптимизации *живой* природы и метаэволюции *живого* – в монографии [Гринченко, 2004а]. Ниже даны краткие их описания.

1.3.1. Поисковая активность

«**Поисковая активность** – активность, направленная на изменение ситуации (или отношения к ней) при отсутствии определённого прогноза результатов этой активности, но при постоянном учете достигнутых результатов. Очевидна роль поисковой активности при агрессии и бегстве, ибо при таком поведении предпринимается попытка преодолеть стрессующую ситуацию, но нет априорной уверенности в успехе попытки. У человека поиск проявляется в форме планирования, фантазии и других форм проявления психической активности (...) Есть веские основания полагать, что её выраженность зависит от содержания в мозгу биологически активных веществ – катехоламинов (особенно норадреналина) – и от чувствительности некоторых мозговых структур к этим веществам (...) Концепция поисковой активности позволяет связать в единую кибернетическую систему изменения, происходящие в организме на самых различных уровнях – от психологического до биохимического, и по-новому подойти ко многим старым проблемам» ([Ротенберг, 1985], стр. 86, 90, 91).

«Организм никогда не подчиняется пассивно влиянию факторов внешней среды. Он им активно противодействует, следуя своим собственным законам, определяемым исторически обоснованной реакционной базой ... Результаты индивидуального приспособления имеют ... целостный характер, ... они не ограничиваются существованием лишь двух-трех исторически выработанных типичных норм, а устанавливаются для каждой особи в новой и всё же вполне гармоничной форме» ([Шмальгаузен, 1968], стр. 54).

«Всякое приспособление, в том числе и гомеостазис, активно по своему существу. Наряду с гибкостью структуры и параметров самоуправляемой системы главным условием приспособления является его направленность к достижению состояния системы, обеспечивающего её функционирование в новых условиях» ([Украинцев, 1969], стр. 204).

1.3.2. Адаптивная поисковая оптимизация

Поисковая оптимизация – последовательность действий, реализующих неизвестную а priori траекторию движения к экстремуму оптимизируемой функции: класс итеративных процессов **оптимизации**, использующийся в тех случаях, когда аналитическая зависимость целевой функции от оптимизационных переменных либо неизвестна, либо её вычисление представляет собой сложную задачу [Wilde, 1964(1967); Первозванский, 1970]. В обоих случаях от целевой функции $Q(\vec{x})$ требуется только возможность измерения (вычисления) в области определения её переменных \vec{x} . Поисковый метод описывается итеративным процессом (рекуррентным выражением), определяющим переход от $(N-1)$ -го шага к N -му: $\vec{x}_N = \vec{x}_{N-1} + \Delta\vec{x}_N$, причём шаг $\Delta\vec{x}_N$ зависит от ситуации в точке \vec{x}_{N-1} ; в простейшем случае

$\Delta \bar{x}_N = \varphi(\bar{x}_{N-1})$, где φ - алгоритм поискового процесса оптимизации. В более сложном случае **адаптивной поисковой оптимизации** сам вид и параметры функции φ зависят от более глубокой предыстории поиска [Растрингин, 1980, 1981]. Таким образом, когда количество начальной информации об объекте недостаточно для достижения цели управления, естественный путь восполнения – определение её в процессе поиска.

Поисковую оптимизацию иногда называют «экстремальным управлением» или «экстремальным регулированием»: «В простейшей системе экстремального регулирования, которая имеет своей целью достижение экстремума какой-то функции, совершаются поисковые изменения переменных (чаще всего, случайного направления и значения). Информация о цели проявляется в том, что при всей случайности поиска те направления и величины изменения переменных, которые ведут к экстремуму, выбираются системой с более высокой степенью вероятности, чем другие» [Шолохов, 2005].

1.3.3. Целевые критерии поисковой оптимизации (экстремального типа, типа равенств и типа неравенств)

Целевой критерий (целевая функция / целевой функционал, критерий оптимизации, критерий качества и т.п.) – характеристика объекта поисковой оптимизации:

- а) экстремального типа (экстремальная характеристика, показатель экстремума) – критерий, экстремальное (максимальное или минимальное) значение которого необходимо либо однократно определить (если его положение не зависит от времени), либо перманентно отслеживать (в противном случае);
- б) типа равенств – закономерности, которым необходимо следовать в процессе поиска экстремума;
- в) типа неравенств – закономерности, которые необходимо при этом не нарушать.

1.3.4. Контур иерархической поисковой оптимизации (супраконтур)

«*Супраконтур*, или контур иерархической поисковой оптимизации – фрагмент более общей *супрасистемы* (иерархически взаимоувязанной совокупности нескольких супраконтуров, например, системы живой природы, социально-технологической системы Человечества и т.п.) [Гринченко, 2004а].

Обозначим как **ОУБИ** – *основные уровни биологической интеграции* (к ним относятся такие объекты, как сложные клетки, многоклеточные организмы, биогеоценозы и т.д.), а как **ПУБИ** – *промежуточные уровни биологической интеграции* (к ним относятся такие объекты, как ткани, органы, популяции и т.д.). Тогда в общем случае супраконтур супрасистемы живого содержит следующие **компоненты** (рис. 1.1б):

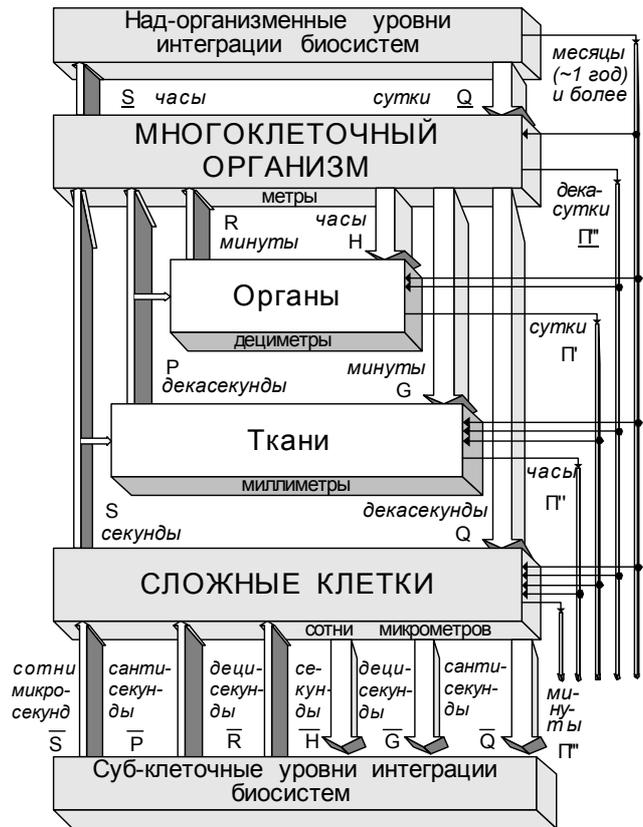
- два яруса ОУБИ-систем: “высший”, на котором единственная компонента задаёт критерии оптимизации для всего супраконтуров, и “низший”, множество компонент которого реализуют поисковую активность в супраконтуре (на примере рис. 1.1б – это супраконтур МНОГОКЛЕТОЧНЫЙ ОРГАНИЗМ–СЛОЖНЫЕ КЛЕТКИ);
- два яруса ПУБИ-систем, также реализующих поисковую активность, но интегрально: они представляют собой объединения (различной степени интеграции) множеств “низших” ОУБИ-систем, причём ярус “высшей” из такой пары представляет собой сравнительно неоднородную структуру, а ярус “низшей” – сравнительно однородную;
 - и следующие **связи**:
- три сугубо внутренние (для супраконтуров) связи типа “многие к одному”, отражающие поисковую активность его ярусов (на рис. 1.1б обозначены восходящими стрелками):
 - первая (на рис. 1.1б обозначена *S*) задаётся компонентами “низшего” ОУБИ-яруса и действует:
 - на вышележащую компоненту “высшего” ОУБИ-яруса, образуя часть («первую половину») первого субконтуров оптимизации в супраконтуре,
 - на вышележащие компоненты обоих ПУБИ-ярусов, реализуя взаимодействие субконтуров;
 - вторая (на рис. 1.1б обозначена *P*) задаётся компонентами “низшего” ПУБИ-яруса и действует:
 - на вышележащую компоненту “высшего” ОУБИ-яруса, образуя часть («первую половину») второго субконтуров оптимизации в супраконтуре,
 - на вышележащие компоненты “высшего” в паре ПУБИ-яруса, реализуя взаимодействие субконтуров;
 - третья (на рис. 1.1б обозначена *R*) задаётся компонентами “высшего” ПУБИ-яруса и действует:
 - на вышележащую компоненту “высшего” ОУБИ-яруса, образуя часть («первую половину») третьего субконтуров оптимизации в супраконтуре;
- три сугубо внутренние (для супраконтуров) связи типа “один ко многим”, отражающие целевые критерии (на рис. 1.1б обозначены нисходящими стрелками и символами *Q* – критерий экстремального типа, *G* – типа равенств и *H* – типа неравенств) приспособительного поведения, задаваемые единственной компонентой “высшего” ОУБИ-яруса и действующие:

- первая (Q) – на нижележащие компоненты “низшего” ОУБИ-яруса, образуя часть («вторую половину») первого субконтура оптимизации в супраконтуре,
- вторая (G) – на нижележащие компоненты “низшего” ПУБИ-яруса, образуя часть («вторую половину») второго субконтура оптимизации в супраконтуре,
- третья (H) – на нижележащие компоненты “высшего” ПУБИ-яруса, образуя часть («вторую половину») третьего субконтура оптимизации в супраконтуре;
- три связи типа “один ко многим”, генерируемые внутри супраконтур, но влияющие не только на его компоненты, но и на компоненты всех супраконтуров, *вложенных* в рассматриваемый; эти связи отражают *системную память* о траектории поиска, её ограничениях (на поисковые переменные типа гиперкуба их допустимых значений) и результатах (значениях целевых критериев) процесса приспособительного поведения компонент каждого из ярусов рассматриваемого супраконтур, а также о параметрах собственно механизма поисковой оптимизации (лимитирования и закона изменения величины поискового шага, глубины памяти поискового механизма, его вероятностных характеристик и т.п.) (на рис. 1.1б обозначены нисходящими штриховыми стрелками и символами $\underline{P}''', \underline{P}'', \underline{P}'', \underline{P}'''$)» [Гринченко, 2004а].



а)

Общие примечания: а) стрелки, направленные вверх, имеют структуру (отражают отношение) «многие - к одному», направленные вниз - «один - ко многим»; б) A_t, S, P, R - поисковые приспособительные активности; K_T, Q, G, H - целевые критерии поисковой оптимизации; Π - (системная) память в) $T \gg t$ - моменты времени, $L \gg l$ - размеры.



б)

Рис. 1.1: а) наипростейшая (предельно вырожденная) схема механизма иерархической поисковой оптимизации; б) упрощённая схема фрагмента механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации живой природы

1.3.5. Псевдосупраконтур / Квазисупраконтур / Эврисупраконтур

Псевдосупраконтур – вырожденная форма супраконтур, состоящего из двух ярусов в иерархии.

Квазисупраконтур – вырожденная форма супраконтур, состоящего из трёх ярусов в иерархии.

Эврисупраконтур – типовая (для системы живого) форма супраконтур, состоящего из четырёх ярусов в иерархии [Гринченко, 2004а].

1.3.6. Метаэволюция / Меташаг / Метаэтап / Метафаза

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 1. «Назовём *метаэволюцией* развивающейся иерархической системы процесс, заключающийся в возникновении в системе *новых* (обычно *наивысших*) иерархических *уровней/ярусов* и усложнении вложенных в них ярусов, ранее возникших».

К ярусам системы *живого* относятся (прописными буквами здесь обозначены ОУБИ, а строчными – ПУБИ) [Гринченко, 2004а]:

- 8. Органические молекулы, или субкомпарменты “ЭЛЕМЕНТОНА”;
- 7. Макромолекулярные структуры, или компарменты “ЭЛЕМЕНТОНА”;
- 6. “ЭЛЕМЕНТОНЫ” (ультраструктурные внутриклеточные элементы, автономные прокариоты);
- 5. Субкомпарменты СЛОЖНОЙ КЛЕТКИ;
- 4. Компарменты СЛОЖНОЙ КЛЕТКИ;
- 3. СЛОЖНЫЕ КЛЕТКИ (эвкариоты);
- 2. Ткани, или субкомпарменты МНОГОКЛЕТОЧНОГО ОРГАНИЗМА;
- 1. Органы/системы органов, или компарменты МНОГОКЛЕТОЧНОГО ОРГАНИЗМА;
- 0. МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ОРГАНИЗМЫ;
- +1. Популяции, или субкомпарменты БИОГЕОЦЕНОЗА;
- +2. Парцеллы, или компарменты БИОГЕОЦЕНОЗА;
- +3. БИОГЕОЦЕНОЗЫ;
- +4. Биомы, или субкомпарменты БИОГЕОСФЕРЫ ПЛАНЕТЫ;
- +5. Природные зоны, или компарменты БИОГЕОСФЕРЫ ПЛАНЕТЫ;
- +6. БИОГЕОСФЕРЫ ПЛАНЕТ;
- +7. Зоны “Околопланетного” Космоса, или субкомпарменты “БЛИЖАЙШЕГО” КОСМОСА;
- +8. Зоны “Промежуточного” Космоса, или компарменты “БЛИЖАЙШЕГО” КОСМОСА;
- +9. СФЕРА ПЛАНЕТ ЗЕМНОЙ ГРУППЫ, или ЗОНА “БЛИЖАЙШЕГО” КОСМОСА.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 2. «Применительно к *метаэволюции* удобно ввести понятие *меташага*. Назовём *меташагом* время существования (реализации) сравнительно скоротечного (“революционного”) *процесса возникновения нового (обычно наивысшего) уровня/яруса* в метаэволюционирующей супрасистеме».

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 3. «Применительно к *метаэволюции* удобно ввести понятие *метафазы*. Назовём *метафазой* время существования (реализации) сравнительно длительного *процесса развития* метаэволюционирующей супрасистемы – между возникновением в ней *новых (обычно наивысших) уровней/ярусов*. Полный перечень таких возможных состояний супрасистемы образуется с помощью соответствующих приставок и нумераций: *псевдометафаза, квазиметафаза, эвриметафаза, метафаза-1, метафаза-2, метафаза-3* и т.д., но в конкретных примерах некоторые из них могут и не быть достигнуты. Эти же приставки/нумерации используются для обозначения супраконтуров в супрасистеме, перманентно усложняющаяся структура которых соответствует указанным метафазам» [Гринченко, 2004а].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 4. «Применительно к *метаэволюции* удобно ввести понятие *метаэтапа*. Назовём *метаэтапом* совокупность трёх последовательных во времени метафаз метаэволюции».

Для метаэволюции живого первая и вторая метафазы из такой тройки связаны с формированием промежуточных уровней биологической интеграции некоторого протобиообъекта, а третья – с формированием его основного уровня биологической интеграции, т.е. собственно биообъекта как такового [Гринченко, 2004а].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 5. «*Лидированием n-й метафазы* будем называть текущее состояние перманентно протекающего процесса *метаэволюции*, соответствующее отрезку времени от момента начала *n-й* метафазы до момента начала следующей за ней *n + 1-й* метафазы».

В ходе метаэволюции некоторой иерархической системы лидировать может только одна из её последовательно возникающих метафаз.

1.3.7. Элементы контура иерархической поисковой оптимизации (супраконтура): ГЕГЕМОН / Касты / Трибы / ИНДИВИДЫ

Любой ОУБИ в системе природы выступает в двух ипостасях: как синоним «объекта» некоторого первичного супраконтура (по отношению к включённым в него «низшим» ПУБИ и ОУБИ) и как синоним «элементарной поисковой единицы» (по отношению к «высшим» ПУБИ и ОУБИ «высшего» супраконтура, в состав которого первичный входит). В связи с этим необходимо в каждом случае различать эти его структурно-функциональные проявления. Для этого удобно ввести специальные термины, которые позволят сделать дальнейшее изложение более компактным (рис. 1.16):

1. «**ГЕГЕМОН** – ОУБИ-биообъект, рассматриваемый как “высший” в паре любых смежных ОУБИ из перечня пункта 1.3.6»;
2. «**Касты** – ПУБИ-биообъекты, “высшие” в паре смежных ПУБИ из перечня пункта 1.3.6»;
3. «**Трибы** – ПУБИ-биообъекты, “низшие” в паре смежных ПУБИ из перечня пункта 1.3.6»;
4. «**ИНДИВИДЫ** – ОУБИ-биообъекты, рассматриваемые как “низшие” в паре любых смежных ОУБИ из перечня пункта 1.3.6» [Гринченко, 2004а].

Таким образом, целевые критерии приспособительного поведения – Q экстремального типа, G типа равенств и H типа неравенств – определяют *тенденцию* стремления всего супраконтура «ГЕГЕМОН–ИНДИВИДЫ» (за счёт поисковой активности именно ИНДИВИДОВ) к экстремуму Q , следуя при этом в *среднем* по траекториям, определяемым для Триб ограничениями G , причём не нарушая задаваемых для Каст ограничений H .

1.3.8. Системная память

Системная память – память структур о прошлом *приспособительном* поведении – проявляется в форме *относительного постоянства* структуры рассматриваемого объекта (некоторого яруса в системной иерархии) на протяжении *определённого* времени. По его истечении значение системной памяти сменяется другим, отражающим уже новый опыт приспособительного поведения рассматриваемого объекта. То есть следует говорить не об изменении структуры рассматриваемого объекта *вообще*, а – конкретнее – об изменении его структуры, описываемой в терминах *перестроек совокупности элементов* того или иного конкретного иерархического уровня. Причём на каждом из таких уровней темпы структурных перестроек – т.е. темпы изменения системной памяти – различны. (Здесь целесообразно отметить, что «понятие “структура” обычно связывают с неоднородностью объекта, с наличием изменений в нём по ряду аргументов (в пространстве или времени), с одной стороны, а с другой – с наличием в нём некоего неизменного инварианта» [Лисин, 1999], стр. 219). Таким образом, возникает

ОПРЕДЕЛЕНИЕ 6. «Будем называть *системной памятью* объекта некоторого уровня/яруса в иерархии систем живого и социально-технологического:

а) его *способность (свойство)* к воспроизведению (учёту) прошлого опыта о ходе процесса иерархической оптимизации в супрасистеме, реализуемую с помощью *запоминания, хранения и считывания информации* об усреднённых (за период характерного для каждого данного яруса времени) значениях соответствующего (экстремального, типа равенств, типа неравенств) целевого критерия оптимизации его приспособительного поведения, *на протяжении времени, существенно (примерно на порядок) превышающего указанное характерное время;*

б) реализующий её *механизм* введения ограничений на поисковые оптимизационные процессы, происходящие на рассматриваемом и на всех вложенных в него (нижележащих в иерархии) уровнях/ярусах».

Как представляется, именно феномен системной памяти живого находит своё отражение в следующем высказывании: «Можно утверждать, что три с половиной миллиарда лет совместной творческой эволюции биоты и физического окружения зафиксировались во всём – от локальных физических свойств коралловых рифов до поведения Гольфстрима и Куроисио, от миграции птиц и лосося до поведения планктонных ракообразных» ([Казанский, 2003], стр. 196).

1.4. Иерархическая поисковая оптимизация (основные принципы)

Использование *поисковой оптимизации* при моделировании систем «достаточно высокой» сложности стало возможным после «иерархического» обобщения данного инструментария [Гринченко, 2004а]. Это обобщение дало возможность фактически предложить средство преодоления так называемого «парадокса иерархичности», который, по мнению И.В.Прангишвили, «заключается в том, что решение задачи описания любой системы возможно только лишь при условии наличия описания этой системы как элемента более широкой системы (надсистемы). В свою очередь, описание системы как элемента более широкой системы возможно только при условии наличия описания данной системы как системы» ([Прангишвили, 2000], стр. 32-33).

Для наглядности и ориентируясь на интересы «более гуманитарно» ориентированного читателя, представим процесс иерархической поисковой оптимизации графически, с помощью ряда простых и наглядных схем. Простейший вариант такой схемы приведен на рис.1.1а.

На тот факт, что это именно *иерархический контур* поисковой оптимизации, обращают внимание два показателя:

а) характерное время t изменения поисковой активности A_t , проявляемой элементами N -го яруса в иерархии системы, **много меньше** характерного времени T реакции на эту активность – изменения целевого критерия K_T , задаваемого соответствующим элементом $(N+1)$ -го яруса: $t \ll T$;

б) характерный размер l элементов N -го яруса в иерархии системы **много меньше** характерного размера L соответствующего элемента $(N+1)$ -го яруса: $l \ll L$.

Поскольку элемент $(N+1)$ -го яруса *состоит из* элементов N -го яруса, образуя тем самым элементарную иерархическую конструкцию, приведённые соотношения достаточно очевидны.

Избегая деталей, сущность работы схемы рис. 1.1а сводится, вообще говоря, к следующему. На каждом временном такте оптимизационного процесса в иерархическом контуре все элементы N -го яруса активно «ведут себя», т.е. генерируют некий вектор («пучок») поисковых влияний на элемент $(N+1)$ -го яруса (т.е. на всю совокупность себе подобных и себя в том числе). Последний реагирует с вполне определённой *инерционностью* (т.е. на некоторую *последовательность* временных тактов элементов N -го яруса), генерируя соответствующее изменение своего целевого критерия. То есть выдаёт тем самым на все элементы, его составляющие, сигнал типа «комфорт»-«дискомфорт» (энергетического характера). И если выдан сигнал «комфорт» – предыдущая активность каждого из элементов N -го яруса может быть продолжена «в том же духе», на неё не оказывается «сверху» никаких специальных управляющих воздействий. Но если выдан сигнал «дискомфорт» – подобное воздействие как раз и возникает, *иницируя* смену некоторыми, случайно выбранными, элементами N -го яруса направления и интенсивности своей поисковой активности (но *не задавая* их в точности!). Этот простейший алгоритм поисковой оптимизации широко известен и с успехом применяется в технической кибернетике, где его называют «случайным поиском с наказанием случайностью» [Растрингин, 1968, 1981].

Его записывают как:

$$Q(U) \rightarrow \min_{U \in S} \Rightarrow U^*, \quad \text{где } S: \begin{cases} G(U) = 0 \\ H(U) \geq 0 \end{cases} \quad (1.1)$$

при этом: $U = (u_1, \dots, u_q)$ – управляющий фактор;

$Q(U) = (q_1(U), \dots, q_l(U)) \rightarrow \min$ – минимизируемые критерии;

$G(U) = (g_1(U), \dots, g_s(U)) = 0$ – критерии-равенства;

$H(U) = (h_1(U), \dots, h_p(U)) \geq 0$ – критерии-неравенства.

Конечно, в системе природы подобные алгоритмы реализованы в иерархической форме, и их запись выглядит несколько сложнее (что видно даже из упрощённой схемы рис. 1.1б), но *суть* их всё равно близка описанной.

В предельно упрощённом виде выражение (1.1) может означать просто:

$\begin{cases} \text{если "комфорт"} - \text{работать в прежнем режиме;} \\ \text{если "дискомфорт"} - \text{переключать знак обратной связи (случайным образом);} \end{cases}$

(в многомерном варианте – переключать знак обратной связи случайно для каждой из компонент вектора $U = (u_1, \dots, u_q)$, в одномерном – менять «плюс» на «минус» или, наоборот, «минус» на «плюс»).

Добавлю, что использованное несколькими абзацами ранее понятие «**много меньше**» для природной системы можно уточнить: для простейшей схемы рис. 1.1а оно составляет около 3,5 тысяч раз. То есть *инерционность* реакции элемента $(N+1)$ -го яруса на поисковые «рыскания» составляющих его элементов N -го яруса весьма значительна. А это свидетельствует о крайне невысокой эффективности простейшего варианта поискового оптимизационного механизма. Существенно лучшей эффективностью обладает подобный механизм, представленный на рис. 1.1б (у которого понятие «**много меньше**» составляет всего около 15 раз). Для большей конкретики здесь изображена схема фрагмента механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации (МИАПО) живой природы и приведены характерные размеры и характерные времена изменения элементов, составляющих данный иерархический оптимизационный контур.

Важнейшим отличием схемы рис. 1.1б от простейшей вырожденной схемы рис. 1.1а является наличие в ней *системной памяти*.

Рассмотрение систем неживого, живого и социально-технологического как «проекции» единого иерархического информатико-кибернетического природного механизма, перманентно демонстрирующего определённые – поисково-оптимизационные! – свойства, позволяет конкретизировать значения пространственных и временных характеристик реализующего его «субстрата». В частности: практика технической кибернетики показывает, что соотношение характерных времен некоторого поискового оптимизационного процесса и процесса его параметрической адаптации должно составлять примерно 1 к 10÷20. Привлечение же для уточнения этого соотношения результатов, полученных А.В.Жирмунским и В.И.Кузьминым [Жирмунский, Кузьмин, 1982] при решении более локальной (но близкой по смыслу) задачи изучения критических уровней развития биологических систем, позволяет принять данное соотношение равным $e^e = 15,15426\dots$

Применительно к живому в монографии [Гринченко, 2004а] отмечалось, что полученный таким образом ряд расчётных пространственных и временных характеристик соответствующей иерархической

системы поисковой оптимизации следует рассматривать лишь как ряд *идеальных* оценок, задающих некоторый базис в указанных пространствах переменных и определяющих их идеальный «прообраз» («идеальный план»), а не как требования к их *точным* значениям в реальности. Это следует из интерпретации их именно как параметров соответствующих иерархических контуров системы поисковой оптимизации живого, что не накладывает на их величины сильных ограничений и не требует от них высокой точности. Иерархический контур поисковой оптимизации будет работать и при значительном (естественно, в «разумных» пределах) отклонении этих параметров от «идеальных» расчётных.

Степень «разумности» этих пределов можно ориентировочно оценить с учётом результатов А.В.Жирмунского и В.И.Кузьмина, описанных в работе [Жирмунский, Кузьмин, 1990], стр. 54 и далее. То есть предположить, что *реальные* значения с большой вероятностью могут находиться в полосе, верхняя и нижняя границы которой отклоняются от значения «идеального» ряда, рассчитанного с использованием знаменателя $e^e = 15,15426\dots$, в Неперово число $e = 2,718282\dots$

Поскольку характерные пространственные размеры объектов живой и неживой природы совпадают (тем самым, обеспечивая саму возможность возникновения живого), то величина e^e фигурирует в качестве знаменателя соответствующей прогрессии и для неживого.

1.4.1. О свойстве непрерывности (преемственности шагов) процесса поисковой оптимизации

Свойство *непрерывности* является одним из важнейших свойств любой поисковой оптимизационной системы. Оно состоит в том, что процесс поиска не может быть остановлен, с тем, чтобы через некоторое время быть возобновлённым. Это допустимо лишь в технических приложениях, в которых поисковый оптимизатор *не является* частью самого оптимизируемого объекта, а лишь (быть может, время от времени) подключается как внешний по отношению к нему инструмент перевода его в оптимальное состояние. В системе природы ситуация прямо противоположная: в ней поисковый оптимизатор *как раз является* частью оптимизируемого объекта, и «останов» поиска в какой-либо её части эквивалентен смерти этой части (следовательно, для подсистемы неживого подобный «останов» невозможен).

Но что означает «эквивалентен смерти некоторого объекта» для живого и для социально-технологического? Какие процессы в указанных подсистемах это обуславливают?

Во-первых, это собственно «останов», т.е. прекращение поисковых «рысканий» рассматриваемого объекта, который, таким образом, перестаёт активно «вести себя» в системе. Тем самым непосредственно прекращается участие рассматриваемого объекта (обуславливаемого его перманентной *поисковой активностью*) в деятельности всех тех иерархических совокупностей, в которые он ранее входил. Причём для подсистемы социально-технологического со смертью любой её конкретной части – как личности, так и некоторого коллектива (общества) – дополнительно прекращается формирование ранее генерируемых ими *антропогенных* явлений и материальных объектов.

Во-вторых, это первичная реакция «ближайшего» (в иерархии) к данному объекту элемента подсистемы высшего яруса, задающего интегральные *целевые критерии* поисковой оптимизации, а именно, прекращение влияния данного объекта на изменения этих целевых критериев, которые теперь будут зависеть лишь от влияний других объектов, составляющих подсистему.

И, наконец, в-третьих, это вторичная реакция как целезадающего элемента подсистемы, так и представителей всех вложенных в него ярусов в иерархии выше рассматриваемого «умершего», в системных памятях которых личный вклад «умершего» – опосредованный целевыми критериями – отныне *непосредственно* отражаться (с соответствующей инерцией) не будет. Другими словами, *структура* рассматриваемого фрагмента подсистемы несколько меняется: после исключения «умершего» элемента все оставшиеся продолжают активно взаимодействовать, но с учётом этого факта. Причём для подсистемы социально-технологического «личный вклад умершего», отраженный в её расширенной системной памяти (т.е. если он ранее был зафиксирован в тех или иных антропогенных объектах, а эти объекты достаточно долгоживущи и/или допускают аутентичное копирование без участия автора – см. далее, п. 4.1.1), всё же возможен. Но для этого он должен быть «считан» с расширенной системной памяти, а это происходит, если он актуален или находится хотя бы на периферии сферы внимания общества (т.е. полностью не позабыт потомками в каком-то архиве). Тем самым «умерший» – т.е., конечно, его идеи и полученные им при жизни общественно важные результаты – как бы «продолжает жить» в обществе.

1.5. Кибернетика: дополнительное обсуждение метода

В дополнение к обсуждению возможностей кибернетики при её использовании для интерпретирования (и объяснения) мировоззренческих проблем, данному ранее в [Гринченко, 2004а], целесообразно привести ещё ряд соображений, важных в рассматриваемом нами контексте. Одним из них, безусловно,

является точка зрения Г.Бейтсона: «**Эпистемология кибернетики...** За прошедшие 25 лет был достигнут необычайный прогресс наших знаний о том, что есть среда, что есть организм и, особенно, что есть разум (mind). Этим продвижением мы обязаны кибернетике, теории систем, теории информации и смежным с ними наукам. Теперь мы знаем достаточно определённо, что древний вопрос, является ли разум имманентным или трансцендентным, может быть решён в пользу имманентности. Этот ответ более экономен в отношении объяснительных сущностей, нежели любой трансцендентный ответ, поэтому он по меньшей мере в негативном аспекте опирается на "бритву Оккама". В позитивном же смысле мы можем теперь утверждать, что всякий как-либо действующий комплекс событий и объектов, имеющий *достаточно сложность каузальных цепей и соответствующие энергетические соотношения* (курсив мой – С.Г.), несомненно, может обнаруживать ментальные характеристики. Он будет сравнивать, т.е. реагировать на различие (в дополнение к влиянию обычных физических "причин", таких как толчок или сила). Он будет "обрабатывать информацию" и неизбежно самокорректироваться либо в направлении гомеостатического оптимума, либо в направлении максимизации некоторых переменных. "Бит" информации можно определить как различимое различие (a difference that makes a difference). Такое различие, перемежающееся вдоль цепи и претерпевающее в ней последовательные трансформации, есть элементарная идея. Наиболее существенно в данном контексте наше знание о том, что никакая часть такой внутренне интерактивной системы не может иметь одностороннего контроля ни над остальной системой, ни над любой её частью. Ментальные характеристики присущи (имманентны) комплексу в целом» [Бейтсон, 2000]. Хотя проблема «разума» как такового в данной монографии и не рассматривается, совпадение многих его проявлений (в трактовке Г.Бейтсона) с проявлениями действия обсуждаемого здесь механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации весьма «знаково» и едва ли случайно. (Для сравнения сошлюсь на иной, весьма интересный подход к данной проблеме, в значительной степени опирающийся на кибернетические взгляды и описанный в [Карпенко, 1992]).

Интересен и акцент на адаптивные возможности процесса эволюции *социальных* систем, который делает Т.Парсонс: «Среди процессов изменения наиболее важным для эволюционной перспективы является процесс усиления адаптивных возможностей, происходящий либо благодаря возникновению внутри общества нового типа структуры, либо через культурное взаимодействие и вовлечение других факторов в сочетании с новым типом структуры, возникшей внутри других обществ и, возможно, в более ранние эпохи» [Parsons, 1966(1993)].

В этой связи будет нелишним отметить, что ранее в [Гринченко, 2004а], обсуждая существующие теории эволюции *живого*, я критиковал примитивную трактовку используемого зачастую словосочетания «борьба за существование» эпигонами Ч.Дарвина, который применял его «в широком и метафорическом смысле, включая сюда зависимость одного существа от другого, а также включая (что ещё важнее) не только жизнь особи, но и успех в оставлении потомства» ([Darwin, 1859(2003)], стр. 74). Тем любопытнее, что, по мнению К.С.Хруцкого, «борьбу за существование» (struggle for existence) начинают понимать в самом широком смысле ("существование" – выживание, существование, развитие, реагирование и воздействие, потребление, переустройство, покорение и доминирование – всё это для конечного достижения целей материального, *энергетического* (курсив мой – С.Г.) и духовного благополучия субъекта (человека, общества) во взаимоотношениях с внешним миром» ([Хруцкий, 2006], стр. 91-94). Подобная расширенная трактовка этого понятия – уход от примитивного антагонизма, при включении в него разнообразных симбиотических тенденций, – уже значительно приближает его к позициям предлагаемой концепции.

1.5.1. О кибернетической обратной связи, положительной и отрицательной

Как я уже упоминал ранее [Гринченко, 2004а], кибернетику многие рассматривают лишь как учение об *отрицательной* обратной связи (что обеспечивает *устойчивость* моделируемых на её базе систем, но не их *развитие*). И это несмотря на то, что строго её определяют совершенно иначе. Например, согласно БСЭ: «**Обратная связь**, обратное воздействие результатов процесса на его протекание или управляемого процесса на управляющий орган. О.с. характеризует системы регулирования и управления в живой природе, обществе и технике. Различают положительную и отрицательную О.с. Если результаты процесса усиливают его, то О.с. является положительной. Когда результаты процесса ослабляют его действие, то имеет место отрицательная О.с. Отрицательная О.с. стабилизирует протекание процессов. Положительная О.с., напротив, обычно приводит к ускоренному развитию процессов и к колебательным процессам, В сложных системах (например, в социальных, биологических) определение типов О.с. затруднительно, а иногда и невозможно... Понятие О.с. как формы взаимодействия играет важную роль в анализе функционирования и развития сложных систем управления в живой природе и обществе, в раскрытии структуры материального единства мира» [Фрейдлин, БСЭ, 1974]. О необходимости учёта положительной обратной связи в кибернетических исследованиях также писали А.А.Богданов, Н.Н.Моисеев, Ф.Хейлиген и К.Джослин, и многие другие [Гринченко, 2004а].

В частности, вот какой пример из области физики приводит, описывая этот механизм, А.Дюкрот: «Рождение звёзд или галактик очень важно с логической точки зрения. Если мы имеем дело со взаимо-

действующими системами, то здесь, на самом пороге космической истории, замечательным образом опровергается догмат о неупорядоченности и одновременно получается замечательная иллюстрация того, что можно назвать следствием номер один, – положительной обратной связи. С момента, когда в какой-то точке пространства скопилось определённое количество водорода, оно стягивает к себе материю, ещё рассеянную вокруг; при этом его масса возрастает, а сила притяжения увеличивается, так что оно притягивает к себе всё больше и больше. Здесь мы видим обратную связь, т.е., как показывает название, такую картину, в которой следствие порождает причину. С этой минуты все законы случайности свёрнуты и процесс питает сам себя со всё нарастающим размахом: развитие становится неизбежным... Описывая явления, мы должны считать обратную связь основным процессом развития; она возникает в системе, работающей в коротком замыкании. При положительной обратной связи обусловленность создаётся как бы сама собой» [Дюкрок, 1965].

И вот какой пример уже из области социального приводит Э.Моран: «Петля обратного воздействия (называемая обратной связью) позволяет в своей отрицательной форме стабилизировать систему, уменьшить отклонение, как это имеет место в гомеостазии. В своей положительной форме обратная связь представляет собой усилительный механизм, например, в своём крайнем проявлении – вооруженный конфликт. Насильственные действия одного из противников вызывают ответные насильственные действия со стороны другого, которые в свою очередь вызывают ещё более мощную реакцию первого и т.д. Такие взаимные воздействия, усугубляющие конфликт или стабилизирующие ситуацию, во множестве встречаются в экономических, социальных, политических или психологических явлениях» ([Моран, 2000], стр. 337-338).

Или, из той же области, пример С.Лема, который отмечает, что промышленная революция «...придала науке широкий размах, потому что соединила теоретическое знание и производственную практику, благодаря этому Технология вот уже триста лет сопряжена положительной обратной связью с Наукой. Учёные передают открытия технологам, и, если результаты оказываются плодотворными, исследования немедленно "усиливаются". Связь положительна, потому что негативное отношение Технологов к какому-нибудь открытию Учёных ещё не означает прекращения теоретических исследований в соответствующем направлении» ([Lem, 1967(2002)], стр. 132-133).

Наконец, небезынтересным в этой связи выглядит и упоминание о работах К.Дойча: «Теория политической кибернетики, предложенная К. Дойчем (см.: [Deutsch K.W. *Politische Kybernetik: Modelle und Perspektiven*. Freiburg, 1969]), рассматривает политику как коммуникационный процесс координации усилий людей по достижению поставленных целей, который реализуется по схеме кибернетического саморегулирования. Ключевая роль в этом процессе принадлежит обратной связи: поток сведений о достигнутом состоянии системы и последствиях деятельности властей, поступающий в центр принятия политических решений, позволяет составить представление о том, насколько близко подошла система к своим целям и как ей следует изменить своё поведение, чтобы достичь максимального приближения к ним. Разница между заданным и фактически достигнутым состоянием системы с учетом сведений о характере самой системы, её ресурсах, сопротивлении среды и т.д. используется для выработки нового управляющего воздействия. Оно может быть направлено как на то, чтобы фактическое состояние всё более приближалось к заданному с учетом устранения ошибок и совершенствования системы в заданном направлении, так и на последовательную переориентацию, отход от заданного направления, поиск новых целей и путей их достижения» [Грачёв, 2004]. Судя по всему, данный подход не завершился конкретной реализацией указанных моделей, ограничившись лишь общей – верной! – постановкой задачи в самом её общем виде.

Конечно, само по себе использование положительной обратной связи в кибернетических системах, как известно, способно достаточно быстро приводить лишь к возникновению лавинообразного (взрывообразного) роста характеристик соответствующих процессов в них. То есть их введение не только не является панацеей от всех трудностей, но и приводит к появлению новых. Следовательно, оно должно сопровождаться введением ряда условий, например одновременным введением и отрицательных обратных связей.

В [Гринченко, 2004а] также упоминалось, что теория и практика поисковой оптимизации пока не приобрели широкой популярности вне области технических применений. А ведь её отличительная особенность состоит как раз в том, что, в терминах кибернетической обратной связи, **поиск в контуре регулирования** – это попеременная смена её знака с положительного на отрицательный и обратно. Тем самым тенденция *развития* (связанная с неустойчивостью, расходимостью etc.), реализуемая *положительной* обратной связью, и тенденция *сохранения* (связанная с устойчивостью, сходимостью etc.), реализуемая *отрицательной* обратной связью, попеременно сменяют друг друга. Вопрос конкретной реализации и выбора текущих параметров контура поискового управления – в том, как долго превалирует та или иная тенденция. То есть, каковы длительности и интенсивности этих режимов в соответствующих условиях функционирования системы управления. А также и в том, кто (или что) и каким образом переключает указанные режимы, т.е. какими средствами реализуется блок вычисления целевой функции управления.

В контексте данного рассмотрения заслуживает внимания и высказывание С.В.Палагина: «Сегодня понимание явлений и процессов во всём их логическом многообразии требует от человека **целой «ОБРАТНОСВЯЗЕВОЙ» культуры мышления** (выделено автором цитаты – С.Г.). Исключая, конечно, неорганический мир, всё остальное для человека насыщеннейшим образом пронизано различными положительными, отрицательными и регулируемыми обратными связями. Сам принцип обратной связи для всего живого является настолько фундаментальным, что не учитывать его постоянное законное присутствие просто невозможно. И это в последние полвека всё более осознаётся, понятие “обратная связь” всё насыщеннее входит в языковой багаж человечества» ([Палагин,2000], стр. 278). От этой позиции до понимания конкретного воплощения подобных обратных связей в структуре всех трёх природных супрасистем поисковой оптимизации – один маленький шаг!

По-видимому, справедливо и мнение М.Ваннаха, что «тоталитарный режим, который многие склонны идеализировать, порождает лишь неэффективность управления из-за утраты обратных связей в обществе и отсутствия самоорганизации граждан» [Ваннах,2005]. И далее: «Советский Союз погубили не националистические террористы. Держава рухнула из-за отсутствия обратных связей» [Ваннах,2006]. Хотя необходимо указать, что, помимо неэффективных *обратных* связей, на это в не меньшей степени повлияли и неэффективные *прямые* связи: а именно, крайняя зарегулированность, вплоть до полного подавления, политической и экономической поисковой активности как отдельных людей, так и их групп (сообществ) различной величины, приведшая к апатии многих из них, замедлению темпа инноваций и т.д. (ведь что есть подавление активности людей как не отсутствие в данном обществе достаточной степени демократии?).

Наконец, по мнению Ю.С.Затуливетера, «мировой социум встал на путь трансформации и в единую, быстро эволюционирующую, социально-кибернетическую суперсистему. Её стабильность (можно говорить гомеостаз) обеспечится бесчисленными обратными связями. Они будут реализованы не в капризной и несовершенной человеческой информационной среде, а в компьютерной, на многие порядки более мощной и предсказуемой в отношении исполнительских функций. Для такой системы необходимы совершенно новые надполитические, надэкономические методы анализа и синтеза, новые средства стабилизации» ([Затуливетер,2001], стр. 16). С этой точкой зрения трудно не согласиться.

1.5.2. О средствах моделирования

Трудно также не согласиться и со следующим мнением, высказанном И.Л.Букатовой с соавт.: «Уже сейчас ясно, что механический набор иерархий моделей и стремление к накопительству банков экологических данных – это попытка оживления примитивных схем рассуждений о целостной картине развития биосферных процессов без надежды на успех, без возможности объяснения способности живых систем к перманентной самоорганизации и без существенного продвижения к пониманию отлаженного механизма функционирования биосферы. Ситуация такова, что необходимо применение такой технологии моделирования, которая в отличие от имитационного моделирования учитывает внутреннюю динамику (эволюцию) структуры моделируемых процессов и адаптивно синтезирует модели в условиях неполноты и частичной достоверности данных» ([Букатова и др.,1991], стр. 17). Предлагаемая концепция, фактически «проецируя» понятие «технология моделирования» на понятие «естественное поведение моделируемого объекта», вполне удовлетворяет этой рекомендации.

Актуальна и следующая позиция В.А.Веникова. Отмечая: «Иногда возникает вопрос: ... не может ли кибернетическая модель дать объяснения всему происходящему в природе, в человеческом обществе с помощью универсальных правил, вытекающих из математики и кибернетики?» ([Веников, 1976], стр. 46), он отвечает на него так: «Метод кибернетического моделирования, несмотря на его огромное значение в науке, не может оцениваться как универсальный, самодовлеющий метод. Он может и должен рассматриваться только как один из приёмов научного познания, применяющийся наряду с другими методами исследования» ([там же], стр. 47). По большому счёту, с этим не поспоришь, да и вряд ли кто-либо подобное утверждает...

Ранее [Гринченко,2004а] я уже отмечал, что одна из основных трудностей компьютерного моделирования приспособительного поведения иерархических систем состоит в необходимости *одновременного* воспроизведения сразу *нескольких* темпов временного изменения переменных в такой системе, что требует соответствующего инструментария (в частности – компьютеров с параллельной обработкой информации).

Как выясняется, инструментарий для подобного моделирования уже разрабатывается и на других принципах. По-видимому, к нему может быть отнесена технология *иерархической временной памяти* (Hierarchical Temporal Memory), которую начала разрабатывать фирма Numenta, причём идеология этой разработки также *бионична* – базируется на модели запоминающего устройства коры головного мозга, предложенной в [Hawkins,Blakeslee,2004] (см. также [Узюев,2006]).

1.6. О метаэволюции неживого, живого и социально-технологического

Ранее мною было выдвинуто предложение интерпретировать приспособительное поведение систем живой и неживой природы, а также социально-технологической системы Человечества, как обобщённо адаптивное, реализующееся посредством механизма иерархической поисковой оптимизации целевых критериев энергетического характера ([Гринченко, 1999г, 2001е, 2004а, з, 2005а]). Тем самым предложено расширить спектр языков, привлекаемых в рамках исследований Универсальной истории (Вселенной, или Мироздания, или Универсума, или Природы etc.) за счёт использования информатико-кибернетического языка. В нём важную роль играют такие достаточно агрегированные понятия, как «поисковая активность», «адаптивный алгоритм поисковой оптимизации», «целевые критерии (экстремального типа, типа равенств и типа неравенств)», «системная память», и т.п.

Предлагаемый мною термин «метаэволюция» подразумевает процесс последовательного наращивания иерархических уровней/ярусов соответствующей иерархической системы в ходе формирования её как таковой. Повторюсь, что фактически этот процесс близок к совокупности «метасистемных переходов» по В.Ф.Турчину [Турчин, 2000 (1977)]. Представление о метаэволюции живой природы как процессе её перманентного развития и усложнения, характерным признаком которого является возникновение новых (наивысших) иерархических уровней/ярусов в иерархической системе поисковой оптимизации живого и усложнение вложенных в них ранее возникших – было развито ранее [Гринченко, 2004а].

Понятие «метаэволюция» самим своим существованием настаивает на том, что при исследовании относительно *медленных* процессов развития, происходящих в иерархических системах «достаточно высокой» сложности, следует применять два термина. Один из них – традиционно употребляющийся термин «эволюция» – предлагается использовать и далее, относя его при этом к процессам, происходящим на уже сформировавшихся высших уровнях/ярусах в иерархии. Второй же – новый термин «*метаэволюция*» – предлагается использовать для описания процесса возникновения *новых* уровней/ярусов в системной иерархии (что раньше не отделяли от *эволюции*, хотя и упоминали иногда о революционном характере именно подобных качественных скачков в развитии).

Здесь уместно указать, что процесс метаэволюции той или иной иерархической системы как таковой *не является результатом* деятельности каких бы то ни было процессов, в ней протекающих. В том числе и поисково-оптимизационных: ведь *до* того, как система возникла, говорить о процессах, которые в ней только *будут* происходить, пока бессмысленно. То есть «причину» процесса метаэволюции Природы можно определить (по крайней мере, с позиций нашего сегодняшнего знания) лишь как фундаментальное «пред-первичное» свойство самой Природы, как реализацию её имманентного и перманентного стремления к экспансии и усложнению.

Пожоую точку зрения (если трактовать, по смыслу последующей цитаты, упомянутую там «макро-эволюцию» именно как метаэволюцию) высказывает К.С.Хруцкий: «Никто ещё не наблюдал и не провёл эксперимента, доказывающего, что *приспособление* ведёт к существенному качественному повышению сложности организации систем. "Приспособительная деятельность" хотя и главенствует сегодня в качестве естественнонаучной догмы, на самом деле является гипотетическим (идеалистическим) утверждением, которое высоко эффективно в объяснении микроэволюционных процессов, но абсолютно неправомочно в отношении объяснения *макро-эволюционных* процессов на планете Земля» ([Хруцкий, 2006], стр. 210). Думается, что в наши дни определение «идеалистический» уже не носит, как ранее, резко отрицательного оттенка, хотя я бы употребил здесь скорее определение «идеальный».

Представление об общем для всех трёх составляющих системы Природы механизме метаэволюции даёт возможность лишней раз обосновать (в соответствующем смысле и ракурсе) распространённую точку зрения, которая в формулировке И.С.Шкловского выглядит так: «Вся эволюция Вселенной от момента её возникновения при "Большом Взрыве" как бы *подготовила* возникновение в отдельных её малых частях очагов жизни. Нельзя понять возникновение и эволюцию жизни на Земле без понимания процессов возникновения и развития всей Вселенной» ([Шкловский, 1980], стр. 113).

В 1961 году А.Н.Колмогоров заявлял: «Я принадлежу к тем крайне отчаянным кибернетикам, которые не видят никаких принципиальных ограничений в кибернетическом подходе к проблеме жизни и полагают, что можно анализировать жизнь во всей её полноте, в том числе и человеческое сознание со всей его сложностью, методами кибернетики» ([Колмогоров, 1979]). Почти через полвека после этого наступает время, когда «крайне отчаянные кибернетики» берутся за много более широкие и глубокие проблемы, вплоть до Вселенских и мировоззренческих.