

«Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов...»

Клод Адриан Гельвеций

«Писать следует либо о том, что знаешь хорошо, либо о том, чего никто не знает»

Аркадий Натанович и Борис Натанович Стругацкие

2. МЕТАЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОГО

2.1. Информатико-кибернетическое «ядро» системы природы: механизм иерархической поисковой оптимизации целевых критериев (энергетического характера) её приспособительного поведения

В монографии [Гринченко, 2004а] приводится следующий перечень основных терминов и постулатов, задающих «костяк» предлагаемой концепции, в формате «формулировка – краткие пояснения».

Как представляется, базис концепции образуют следующие понятия – свойства *системы природы*:

- ❖ **«АКТИВНОСТЬ»**, реализующая имманентную ей тенденцию к «проявлению себя» как индивидуальности;
- ❖ **«ЭКСПАНСИВНОСТЬ»**, реализующая имманентную ей тенденцию к активности посредством стремления к *экспансии*, т.е. к всё большей и большей своей протяжённости в пространстве;
- ❖ **«СТРУКТУРИЗУЕМОСТЬ»**, реализующая имманентную ей тенденцию к активности посредством стремления к *структуризации* вплоть до *иерархизации*, т.е. к возникновению в ней подсистем, отграничивающих каждая свою внутреннюю среду от своего окружения;
- ❖ **«ОБОБЩЁННАЯ АДАПТИВНОСТЬ»**, реализующая имманентную ей тенденцию к активности, экспансивности и структурируемости посредством стремления к *гармоничности*, т.е. к согласованию внутренних интересов подсистем с потребностями их внешнего окружения (термин *обобщённая* указывает здесь именно на то важнейшее явление, что адаптивность проявляется по отношению к изменениям не только *внешней* – по отношению к целостной системе – среды, но и её *внутренней* среды);
- ❖ **«ПОИСКОВАЯ ОПТИМИЗАЦИОННОСТЬ»**, реализующая имманентное ей свойство обобщённой адаптивности посредством возникновения в её иерархии ряда *автономных механизмов поисковой оптимизации*, каждый из которых перманентно стремится к максимизации энергетической эффективности приспособительного поведения своих элементов.

В свою очередь, выделение в рамках системы природы её *живой компоненты* эквивалентно переформулированию и конкретизации последнего свойства, а именно:

- ❖ **«АДАПТИВНАЯ ПОИСКОВАЯ ОПТИМИЗАЦИОННОСТЬ»**, реализующая имманентное ей свойство обобщённой адаптивности посредством возникновения в её иерархии *единого иерархического механизма адаптивной поисковой оптимизации*, перманентно стремящегося к максимизации энергетической эффективности приспособительного поведения своих подсистем, на базе возникновения и углубления *системной памяти* соответствующих иерархических уровней, преобразуя, тем самым, отдельные подсистемы системы природы в *живые* (в данном контексте *адаптивность*, относящаяся к модификации параметров и структуры собственно поискового механизма, должна рассматриваться как *вторичная* по отношению к ранее введённой *обобщённой адаптивности*, относящейся к модификации самой системы природы как целого).

Таким образом, в зависимости от глубины *системной памяти* фрагменты системы природы подразделяются на *неживые* (с нулевой глубиной системной памяти) и *живые* (с ненулевой глубиной системной памяти, в частности – биологические) системы.

Свойства *активности* и *структурируемости* системы природы не раз описывались в литературе и достаточно известны. В меньшей мере это можно отнести к свойству её *экспансивности*. Наконец, свойства *обобщённой адаптивности*, *поисковой оптимизационности* и *адаптивной поисковой оптимизационности* обосновываются как непрменные атрибуты системы природы в моих ранее опубликованных работах, и в частности – в монографии [Гринченко, 2004а].

Вся же совокупность вышеуказанных свойств системы природы, а также её *живой компоненты*, постулируется в рамках предлагаемой концепции. Именно все они *в целом* и определяют отличия её от многих существующих представлений о Мироздании.

2.2. Основные постулаты

ПОСТУЛАТ 1: «*Первичное фундаментальное свойство системы природы* в целом и всех её основных подсистем в отдельности – свойство *активности*, реализующей имманентную систему природы тенденцию к “проявлению себя” как индивидуальности».

ПОЯСНЕНИЕ. Это *абсолютно* первичное свойство системы природы (Универсума, Мироздания, Вселенной etc.). Своё конкретное отражение это находит в широко известном тезисе о *самодвижении материи*.

ПОСТУЛАТ 2: «*Вторичное фундаментальное свойство системы природы* представляет собой пару взаимодополнительных (дуальных) свойств:

1) *экспансивности*, реализующей имманентную систему природы тенденцию к активности посредством стремления к *экспансии*, т.е. к всё большей и большей своей протяжённости в пространстве (иногда близкое к этому свойство определяют как *агрессивность*), и

2) *структурируемости*, реализующей имманентную систему природы тенденцию к активности посредством стремления к *структуризации* вплоть до *иерархизации*, т.е. к возникновению в ней подсистем, отграничивающих каждая свою внутреннюю среду от своего окружения».

ПОЯСНЕНИЕ. Своё конкретное проявление ПОСТУЛАТ 2 находит в феноменах соответственно *расширения Универсума* и *иерархичности* системы природы.

ПОСТУЛАТ 3: «*Третичное фундаментальное свойство системы природы* представляет собой пару взаимосвязанных (связкой типа “цель”–“средство её достижения”) свойств:

1) *обобщённой адаптивности*, или *обобщённой приспособляемости*, реализующей имманентную систему природы тенденцию к активности, экспансивности и структурируемости посредством стремления к *гармоничности*, т.е. к согласованию внутренних интересов подсистем с потребностями их внешнего окружения, и

2) *поисковой оптимизационности*, реализующей имманентное системе природы свойство обобщённой адаптивности посредством возникновения в её иерархии *автономных механизмов поисковой оптимизации*, каждый из которых перманентно стремится к максимизации энергетической эффективности приспособительного поведения своих элементов».

ПОЯСНЕНИЕ. Термин *обобщённая* указывает здесь именно на то важнейшее явление, что адаптивность проявляется – причём *перманентно* – по отношению к изменениям не только *внешней* (по отношению к целостной системе), но и *внутренней* среды. Это справедливо для всех характерных уровней интеграции системы природы. Отмечу при этом, что обычно *адаптивность* рассматривают как свойство какой-либо системы приспособляться лишь к *внешним* воздействиям на неё. Но в рамках предлагаемой концепции именно её расширенная, *обобщённая* трактовка имеет кардинальное значение.

Своё конкретное проявление ПОСТУЛАТ 3 находит в феноменах соответственно *обобщённой адаптивности* и *целенаправленности* приспособительного поведения (в *энергетико-структурном* смысле) системы природы в целом и всех её основных подсистем в отдельности. Обобщённая адаптивность реализуется здесь с помощью методов, которые в кибернетике называются *поисковыми* методами оптимизации, а целенаправленность выступает как вполне *материальный* фактор, связанный с *энергетикой* системы природы. Тем самым привлечение для объяснения наличия целезадающего фактора в системе природы сверхъестественных сил (носителей «разума», «интеллекта» etc.) представляется излишним. Кроме того, энергетический критерий поисковой оптимизации выступает в качестве *системообразующего* фактора – инструмента сопряжения функциональных проявлений внутренней среды соответствующих подсистем и их внешнего специфического окружения.

ПОСТУЛАТ 4: «*Вторая составляющая третичного фундаментального свойства системы природы (отражающая его аспект как “средства достижения цели”) для её живой компоненты – адаптивная поисковая оптимизационность*, реализующая имманентное последнее свойство обобщённой адаптивности посредством возникновения и перманентного развития (на базе возникновения и углубления *системной памяти* соответствующих иерархических уровней, преобразуя, тем самым, отдельные подсистемы системы природы в *живые*) *единого иерархического механизма адаптивной поисковой оптимизации*, стремящегося к максимизации энергетической эффективности приспособительного поведения своих подсистем также перманентно».

ПОЯСНЕНИЕ. Таким образом, *межъярусная системная память* – это характеристика запоминания/забывания влияний со стороны высших ярусов иерархической поисковой оптимизационной системы *живой* природы на процесс формирования приспособительного поведения элементами каждого из вложенных в последние (по принципу «матрешки») низших ярусов. Именно наличием *системной памяти* живая природа отличается от неживой, что приводит к определению *жизни* как *формы существования фрагментов системы природы, обладающих системной памятью*.

Активный поисковый характер этого процесса демонстрируют (и определяют его трактовку) эмпирически наблюдаемые «хаотические движения» любой подсистемы живого (либо включающей живое) в соответствующем специфическом пространстве – рыскания, флуктуации, тремор и т.п. явления. По своей величине (амплитуде) эти «хаотические» рыскания в определённых ситуациях могут быть весьма малыми, но в других – весьма значительными. Это связано с проявлением свойств «локальности» и «глобальности» поискового оптимизационного механизма, а также его «случайности».

2.3. О метаэволюции «идеальной» структуры живой природы

Подробно особенности метафаз метаэволюции живой природы представлены и проанализированы в [Гринченко, 2004а] (рецензию на неё см. в [Новосельцев, 2006]). На рис. 2.1 приводятся упрощённые схемы, отражающие иерархические поисковые оптимизационные механизмы, характерные для каждой из этих 13-ти метафаз. На схемах видно, что процесс метаэволюции живого *циклический*: всякий раз, сформировав новый ОУБИ и соответствующий эврисупраконтур, живая природа опять начинает формировать на вышележащих ярусах иерархии новые псевдо- и квазисупраконтуры, соответствующие ПУБИ и т.д.

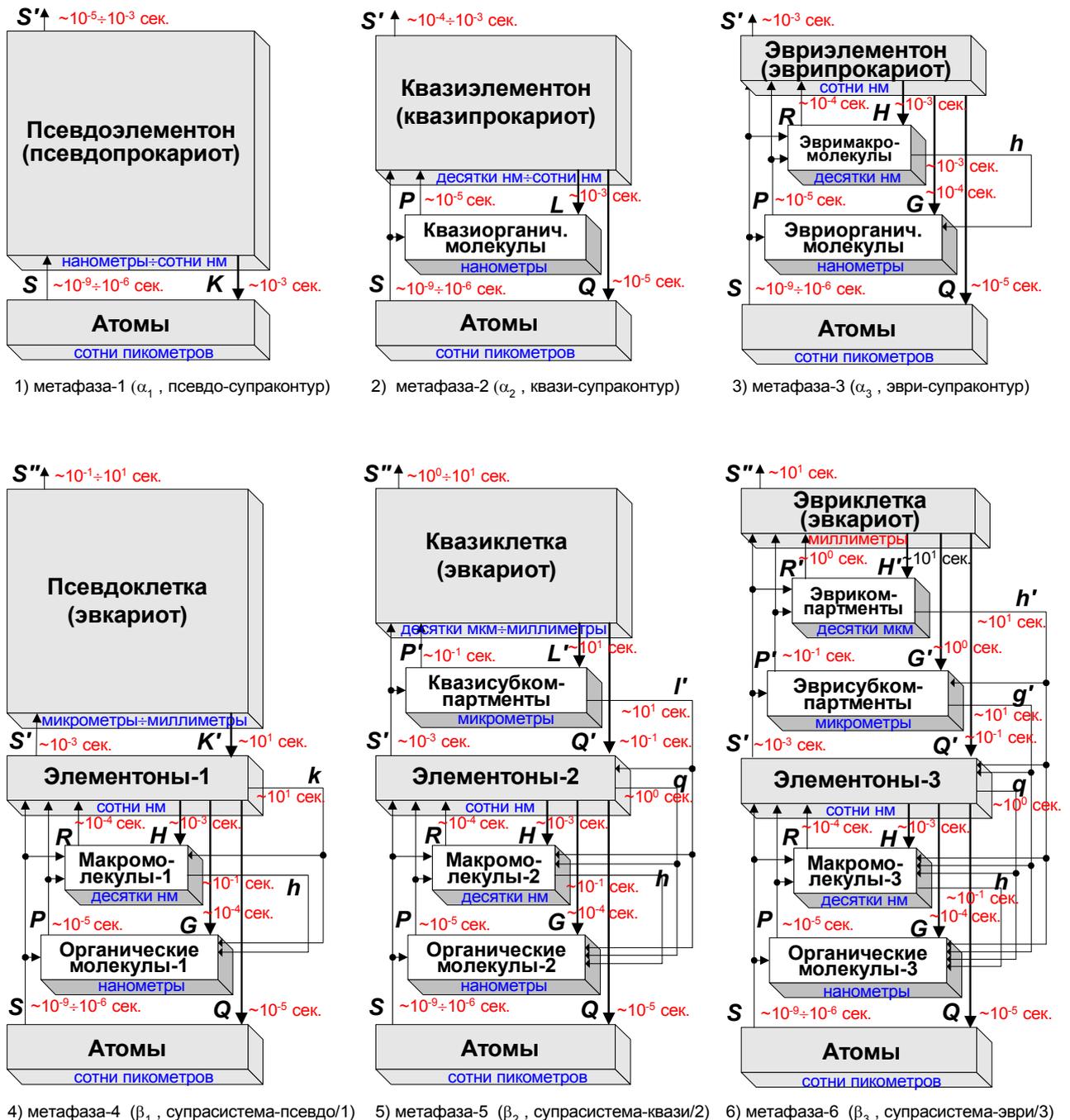
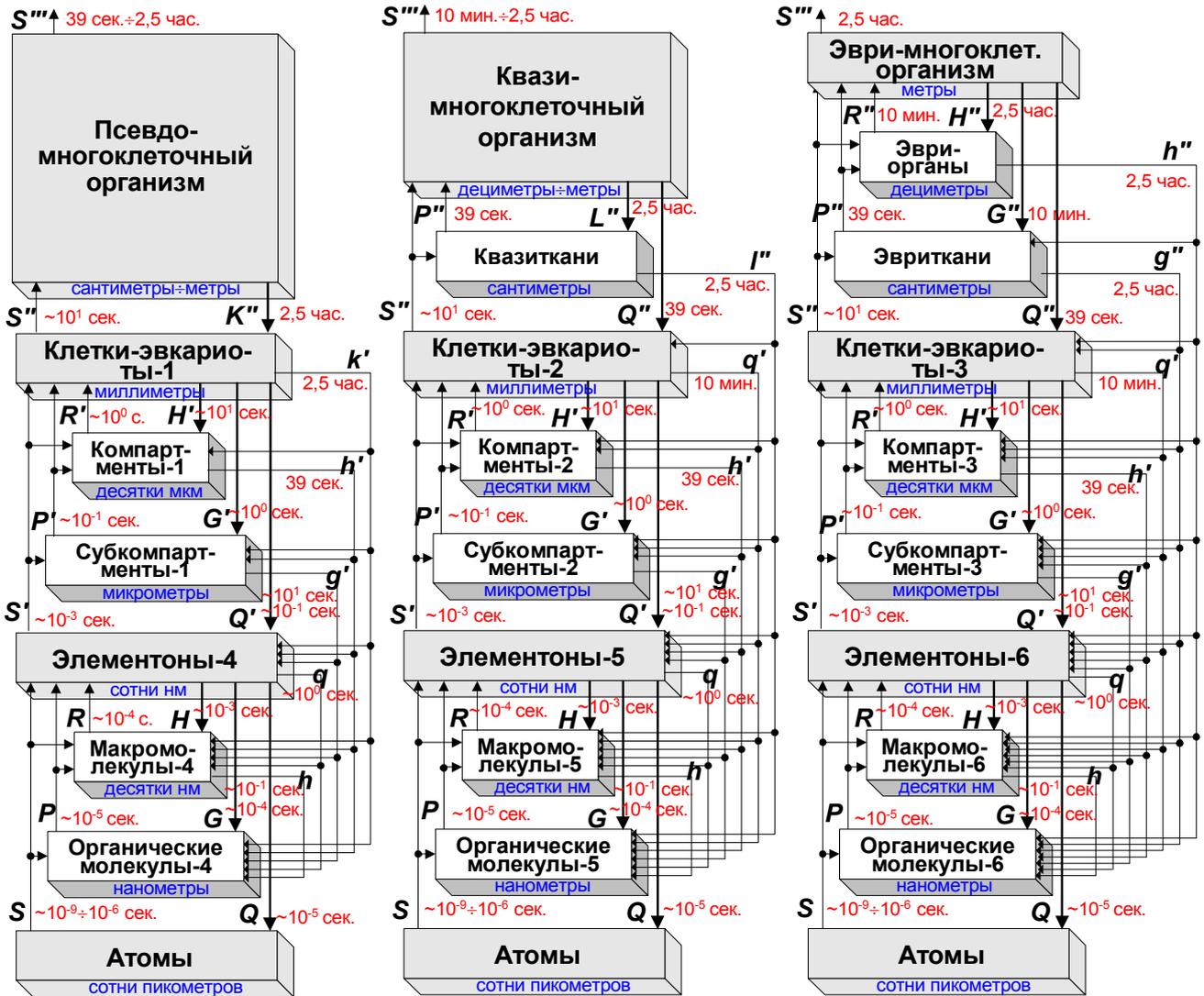


Рис. 2.1 (в нескольких частях). Метафазы метаэволюции живого (№№ 1-13).



7) метафаза-7 (γ_1 , супрасистема-псевдо/1/4) 8) метафаза-8 (γ_2 , супрасистема-квази/2/5) 9) метафаза-9 (γ_3 , супрасистема-эври/3/6)

На рис. 2.2 показана перспективная структура иерархического поискового оптимизационного механизма живой природы, которая теоретически могла бы возникнуть на Земле через несколько сотен миллионов лет, если бы несколько ранее на ней не появился бы человек...

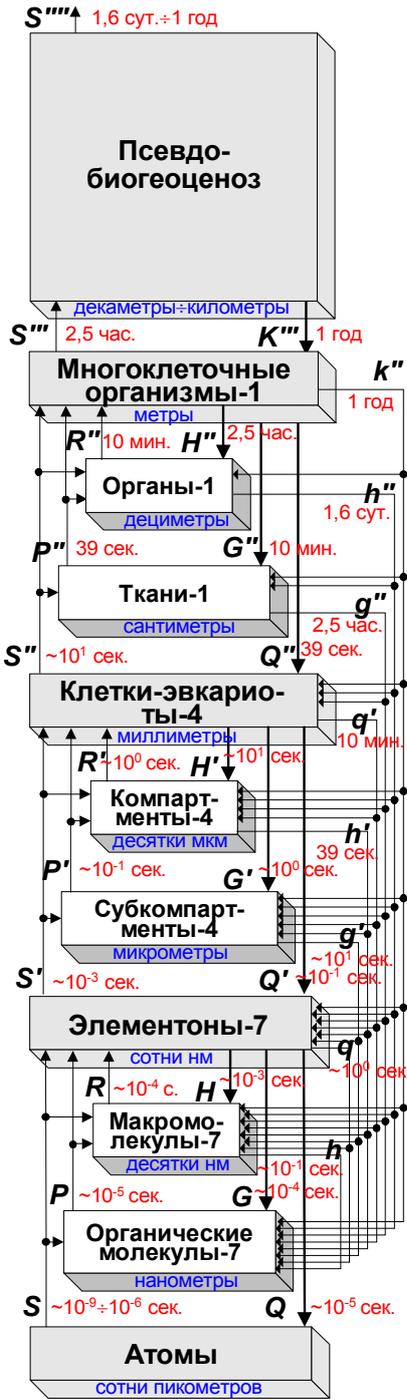
2.4. Об эволюции живой природы

Трудности и проблемы в построении современной теории эволюции могут быть преодолены лишь при отказе от изучения собственно проблемы «эволюции» живого как таковой и переходу к построению и изучению более общей проблемы – универсальной модели функционирования живой природы в целом [Гринченко, 2004а].

Последнее возможно на базе использования соответствующего языка его описания, а именно – современного развитого информатико-кибернетического языка, оперирующего не только с простейшими понятиями (такими, как «обратная связь», «контур управления», «вход», «выход», «черный ящик» и т.п.), но и с более агрегированными понятиями (такими, как «поисковая оптимизация», «целевая функция оптимизации», «алгоритм случайного поиска», «алгоритм адаптивного случайного поиска» и др.). Данный язык, выступая в качестве метаязыка по отношению к языку биологическому, и позволяет провести необходимые синтез и анализ. И проблема «эволюции» тогда выступит как проявление жизнедеятельности данного универсального механизма (в рамках подобного подхода достаточно строго определяются и такие понятия, как «приспособленность», а также «направленность» и «канализируемость» эволюции).

Тем самым естественным образом аргументируется позиция, что теории биологической эволюции, опирающиеся на идею естественного отбора (дарвинизм, СТЭ – синтетическая теория эволюции и т.п.) и теории «направленности» эволюции (ламаркизм, номогенез Л.С.Берга и т.п.) не противоречат друг дру-

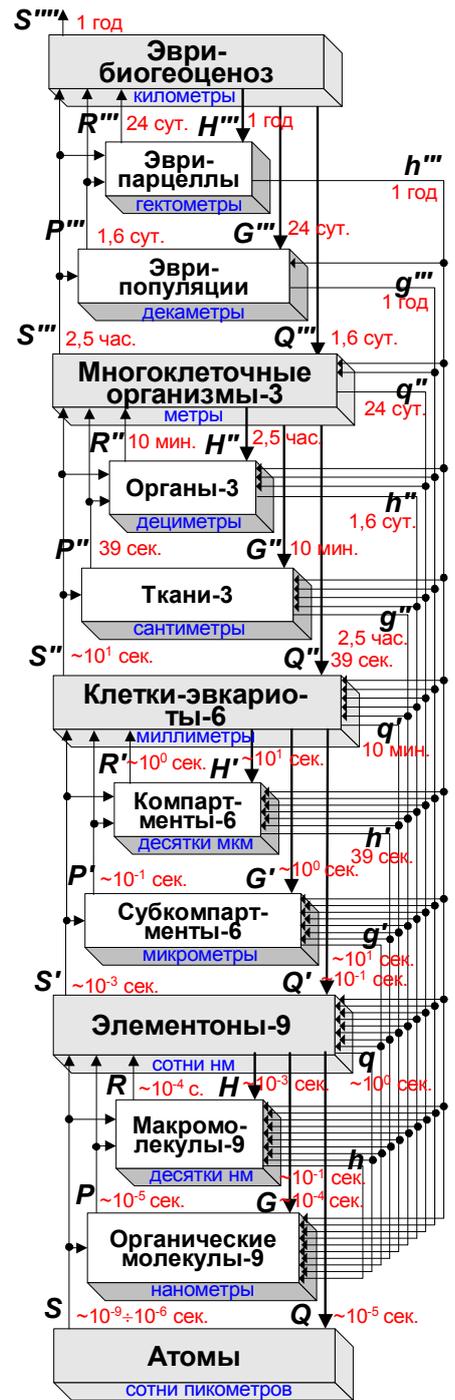
гу, а, с определёнными уточнениями, вписываются в единую схему процесса *иерархической поисковой оптимизации живого*.



10) метафаза-10 (δ_1 , супрасистема-псевдо/1/4/7)



11) метафаза-11 (δ_2 , супрасистема-квази/2/5/8)



12) метафаза-12 (δ_3 , супрасистема-эври/3/6/9)

Предлагаемая «поисково-оптимизационная» концепция принципиально опирается не только на иную интерпретацию селективного аспекта эволюции (как процесса, *направленного* на достижение экстремального значения *энергетической* целевой функции, что и обеспечивает *направленность* эволюции – в указанном смысле), но и на иной метод её реализации (существенно превосходящий *метод проб и ошибок* по своим возможностям), то есть на метод *адаптивного случайного поиска*, причём в его иерархическом варианте. Последний отличается от *метода проб и ошибок* не только наличием в его структуре поискового целевого критерия *экстремального* типа, но и присутствием механизма выработки определённых соображений о тенденциях поискового процесса. Другими словами, помимо *чисто случайной*, он содержит обязательную *регулярную* компоненту, т.е. возможность запоминания предыстории (траектории и результатов) поиска. Это обеспечивает возможность осуществлять его не во всём *гипершаре* теоретически возможных направлений поиска, а в некотором *гиперэллипсоиде/гиперконусе* допустимых



13) метафаза-12 (ϵ_1 ,
супрасистема-псевдо/1/4/7/10)

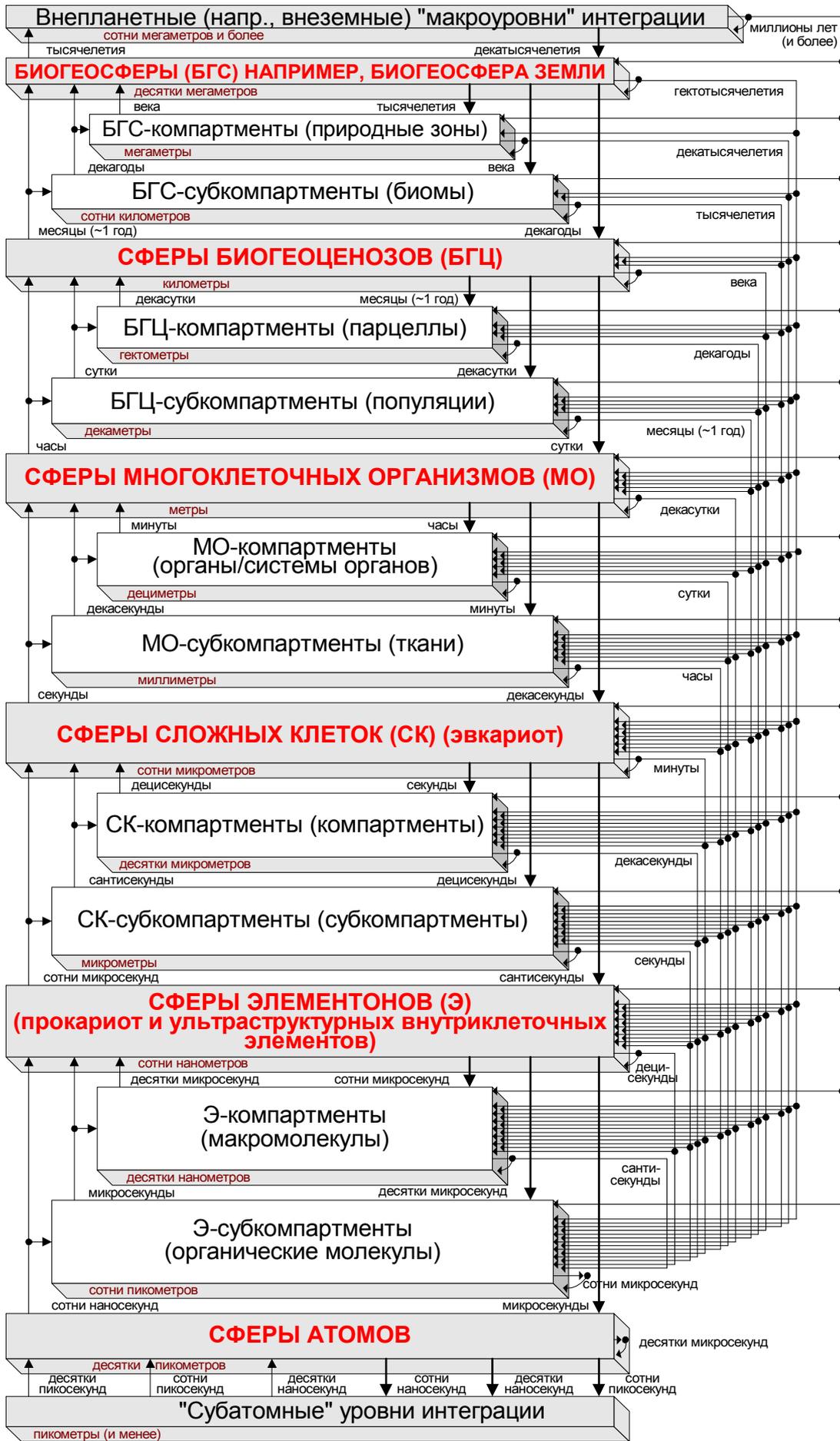
(как целевыми ограничениями типа равенств и типа неравенств, так и ограничениями *системной памяти* со стороны высших ярусов в супраконтуре) из них.

Системная память – различной степени глубины – обеспечивает здесь невыход возможных значений переменных поиска за определённые ранее (с его же помощью) и запомненные пределы (типа гиперкуба допустимых состояний). А также возможность закономерного изменения во времени регулярных составляющих величины и направления поискового шага. Тем самым *системная память* иерархической системы живого (рассматриваемой как механизм иерархического адаптивного случайного поиска) обеспечивает, *дополнительно* к Дарвиновской *ненаправленной* селекции по алгоритму «проб и ошибок», *канализуемость направленной* селекции по совокупности энергетических критериев (т.е. собственно эволюции живого) – феномен, на который указывает ряд «номогенетических» теорий.

Мысленно уберем в правой части схемы механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации [Гринченко, 2004а] нисходящие штриховые стрелки, отражающие системную память (как это и отмечено на рис. 2.3 бледным цветом). Цифрами в кружках здесь обозначены: 1 – *имманентная активность*, т.е. «*изменчивость*», проявляемая генами; 2 – процесс онтогенеза (индивидуального развития организма), отражающий «*наследственность*»; 3 – проявление *специфического поведения* организмов в рамках соответствующих популяций; 4 – *селектор* получаемого на базе конкурентной борьбы между особями результата, определяемый *целевой функцией* (в Дарвиновском случае только ограничениями типа равенств и типа неравенств), т.е. «*естественный отбор*» на базе критерия «*приспособленности*»; 5 – процесс сообщения отрицательного результата селекции на организменный уровень; 6 – процедура «*изъятия*» организма из популяции (его гибель или, как минимум, лишение возможности дать новое потомство) – в том числе и за счёт «*внешнего дополнения*», т.е. внешнего неспецифического воздействия на организм (например, катастрофического характера: пожара, наводнения, извержения вулкана, резкого похолодания и т.п.), также приводящего к его устранению из популяции. Место для третьей важнейшей составляющей поискового оптимизационного механизма – *памяти* – в рамках описываемой *неодарвинистской* схемы мне найти не удалось (думается, невозможность этого и определяет её ограниченность).

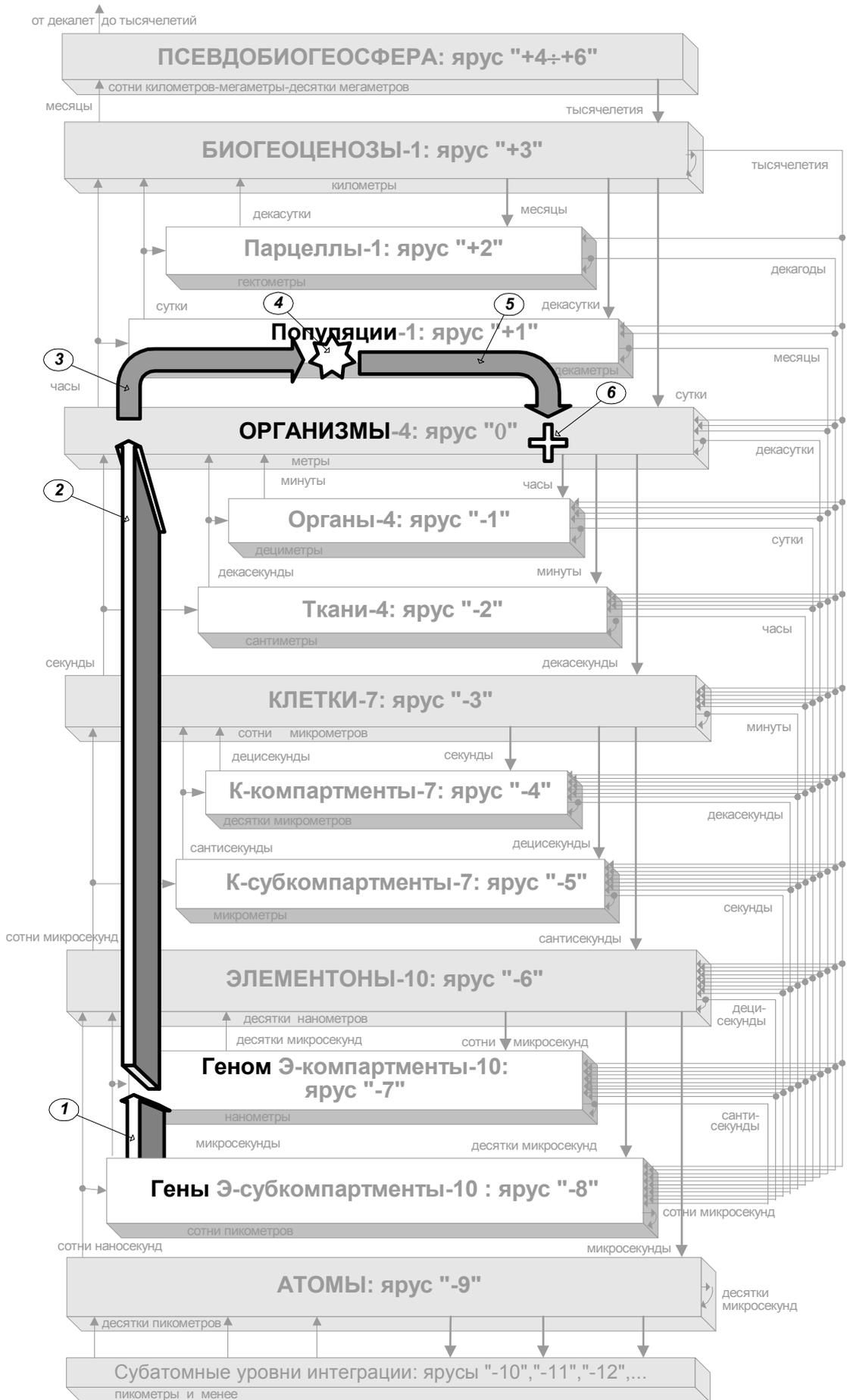
Тогда оставшиеся на рисунке 2.3 субконтуры (общим числом $4 \times 3 + 1$) можно было бы трактовать как изображение расширенного механизма Дарвиновской селекции (не обладающего не только системной памятью, но и направленностью на экстремум энергетического критерия). Такая расширительная трактовка позволительна, ибо рисунок, отражая связи замкнутого иерархического контура, прямо не фиксирует вид соответствующей оптимизационной функции (в данном случае не «*приспособленность*», а энергетику).

К сожалению, «синтетическая теория эволюции» (СТЭ) использует для объяснения процесса биоэволюции лишь один из этих возможных 13-ти субконтуров.



ПРИМЕЧАНИЕ: стрелки, направленные вверх, имеют структуру (отражают отношение) «многие - к одному», направленные вниз - «один - ко многим».

Рис. 2.2. Перспективная структура иерархического механизма поисковой оптимизации живого.



Примечание: стрелки, направленные вверх, имеют структуру (отражают отношение) «многие - к одному», а вниз - «один - ко многим».

Рис. 2.3. Проекция реконструкции «неодарвинистской» модели биологической эволюции (по методу «проб и ошибок») на схему механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации живого.

А именно тот, в котором эволюирующей (т.е. задающей соответствующий целевой критерий, в данном случае типа ограничений) единицей эволюции является популяция, а переменными – гены (показан контрастно на рис. 2.3). Но при этом теряется возможность отразить весьма широкий спектр процессов и явлений, что, конечно, резко снижает предсказательную способность СТЭ... Если же рассматривать рисунок без изъятий, то можно констатировать, что в иерархической системе живого подобную селекцию (т.е. понимаемую в расширенном смысле, адекватном предлагаемой концепции) обеспечивают все 13 указанных субконтуров, а проявления номогенеза – 78 адапционных субконтуров. Эта цифра определяется тем, что системная память каждого из ярусов данной иерархической системы задаёт ограничения приспособительного поведения для всех нижележащих ярусов.

Но работу 13-ти оптимизационных (целевых) иерархических субконтуров можно наблюдать непосредственно, а 78 адапционных иерархических субконтуров задания глубины системной памяти, отражающей идею канализируемости эволюции, можно исследовать лишь опосредованно, через проявления запоминания тех или иных факторов в соответствующих оптимизационных процессах и реализующих их структурах. При этом темпы изменения значений параметров системной памяти много медленнее темпов процессов, на которые они воздействуют. То есть на практике, при моделировании конкретных оптимизационных процессов, на соответствующих временных интервалах они могут рассматриваться как константы – хотя они, естественно, меняются, но в более далекой временной перспективе. Всё это косвенно объясняет значительную часть тех трудностей, с которыми сталкиваются в своём обосновании номогенетические теории.

2.5. Основные выводы монографии Гринченко С.Н. Системная память живого, М.: ИПИРАН, Мир, 2004

В монографии [Гринченко, 2004а] были кратко подытожены основные утверждения поисково-оптимизационной концепции и результаты её приложения применительно к *системе живого*.

С учётом того, что предлагаемую концепцию можно рассматривать как реализацию и детализацию тех представлений, которые высказывались ещё А.А.Ляпуновым, который отмечал: «**Управление**, основанное на передаче информации, является составной частью всякой жизнедеятельности, более того, управление можно объявить характеристическим свойством жизни в широком смысле» (см. [Ляпунов, 1980], стр. 208), приведу её главные особенности и выводы.

1. Основные положения информатико-кибернетического характера:

1.1. Постулируется, что в качестве фундаментальных свойств живого выступают такие понятия, как *обобщённая адаптивность* (его «сверхзадача») и *поисковая оптимизационность* (метод её достижения). Утверждается, что переход *системы природы* в статус *живой* и её дальнейшее развитие – процесс *метаэволюции* – определяются возникновением в ней *системной памяти*: важнейшей характеристики информатико-кибернетического механизма *системы живой природы* (т.е. языка, предлагаемого для её описания).

Примечания: а) **Метаэволюция** – процедура наращивания уровней/ярусов в соответствующей иерархической системе (в ходе её формирования как таковой); б) **Системная память** – память структур о прошлом *приспособительном* поведении – проявляется в форме *относительного постоянства* структуры объекта на протяжении *определённого* времени. По его истечении значение системной памяти сменяется другим, отражающим уже новый опыт приспособительного поведения *элемента* объекта (рассматриваемого яруса в иерархии).

Таким образом, основной смысл поисково-оптимизационной концепции состоит в представлении об организации приспособительного поведения системы живого как *целого* посредством имманентного этой системе механизма *иерархической поисковой оптимизации*. Последний представляет собой развитие существующей теории поисковой оптимизации (экстремального управления) – элемента технической кибернетики. Вводится понятие *иерархического контура поисковой оптимизации* как базисного элемента такого механизма, состоящего из *трёх иерархических субконтуров* и, соответственно – из четырёх смежных ярусов в иерархии живого, замыкающихся через общий ярус, верхний в иерархии. Верхний ярус (относящийся к основному уровню биологической интеграции, т.е. прокариотические ячейки, эукариотические клетки, многоклеточные организмы, биогеоценозы и Биосфера) в каждой такой четверке реализует *целобразование*, а остальные – *поисковую активность*. Трём субконтурам соответствует тройка целевых критериев приспособительного поведения биообъекта, задаваемых верхним (целобразующим) ярусом: экстремальный (энергетического характера), типа равенств и типа неравенств. Механизм иерархической поисковой оптимизации необходимо включает в себя элемент случайности.

Иерархическая совокупность смежных *иерархических контуров* образует *иерархическую систему поисковой оптимизации* живого. Её важнейшим свойством является *иерархичность*: а) связанного об-

щей системной памятью единого процесса реализации приспособительного поведения образующих её биообъектов; б) пространственно-временных характеристик (значения которых возрастают с ростом уровня интеграции в иерархии с некоторым регулярным шагом).

При этом формы проявления указанного процесса *обобщённой адаптации* сейчас обычно принято обозначать: для биообъектов ярусов клеточного и организменного – как адаптацию, а для биообъектов ярусов биогеоценотического и Биогеосферного – как эволюцию.

Непосредственное следствие подобного концептуального подхода: системная память из чисто информационного фактора превращается в *управленческий*.

1.2. Предлагается следующая формальная классификация методов случайной поисковой оптимизации, системообразующим элементом которой выступает их *память* (т.е. применительно к иерархической оптимизации живого – *системная память*). Это:

1.2.1) «слепые блуждания (с селекцией посредством внешнего дополнения)», с нулевой глубиной памяти алгоритма поисковой «полуоптимизации»;

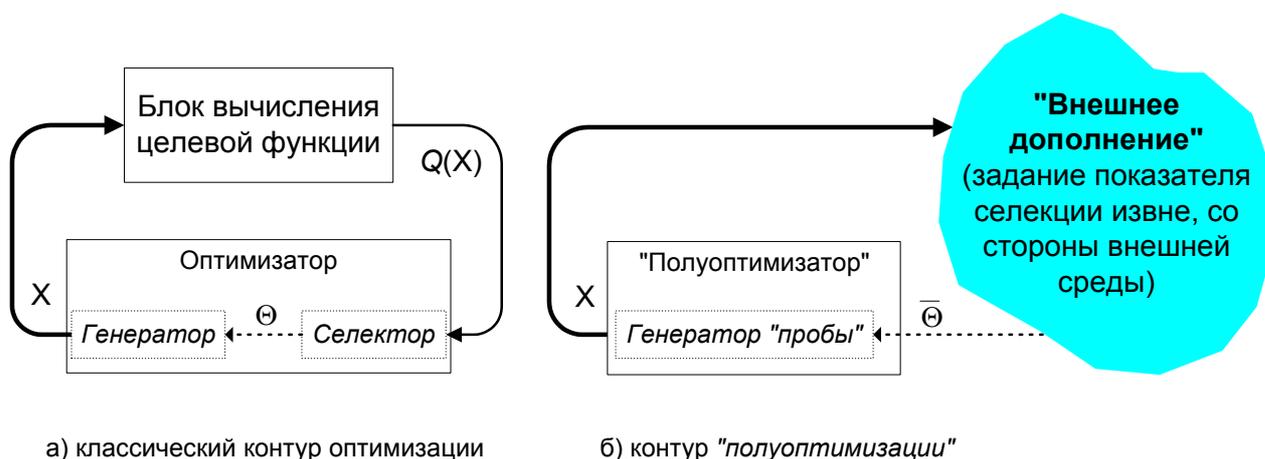
1.2.2) «слепой поиск (с селекцией посредством целевых ограничений)», с нулевой глубиной памяти алгоритма поисковой оптимизации (метод «проб и ошибок» в его предпочтительной трактовке);

1.2.3) «простейший случайный поиск», с единичной глубиной памяти алгоритма поисковой оптимизации;

1.2.4) «адаптивный случайный поиск», с глубиной памяти алгоритма поисковой оптимизации, большей единицы.

Введение параметра *глубины памяти* τ позволяет предложить показатель выявления типовых вариантов реализации поискового алгоритма A , т.е. сформировать *классификатор* поисковых методов оптимизации – см. табл. 2.1.

Глубина памяти	$\tau=0$		$\tau=1$	$\tau>1$
Поисковый алгоритм	$\bar{A}(t)$	$A(t,t) = A(t)$	$A(t,t-1)$	$A(t,t-1,t-2,t-3,\dots,t-\tau,\dots)$
Генератор	$X(t,t) = X(t)$		$X(t,t-1)$	$X(t,t-1,t-2,t-3,\dots,t-\tau,\dots)$
Селектор	$\bar{\Theta}$ – «полуоптимизация» (см. рис. 2.4)	$\Theta(\Omega)$ – глобальная оптимизация	$\Theta(Q)$ – локальная оптимизация	
Типовая схема	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4



Примечания: X - вектор поисковых переменных; $Q(X)$ - целевая функция; $\bar{\Theta}$ (Θ) - показатель селекции: "удача"/"ошибка"

Рис. 2.4. Схемы поисковой оптимизации: а) типовая и б) «полуоптимизации» с «внешним дополнением»

Анализ данной классификации в историческом аспекте развития живого позволяет сделать вывод, что механизм *иерархической поисковой оптимизации живого* использует на разных этапах своей метаэволюции все эти варианты. Начиная от самых примитивных (первого и второго), он стремится сформировывать в ходе метаэволюции живого всё более совершенные, со всё большей глубиной системной памяти. То есть стремится к четвёртому варианту, а в его рамках – к *максимальному росту* её величины.

1.3. Удобным методологическим приёмом для изучения процессов и явлений, моделируемых в терминах механизма иерархической поисковой оптимизации живого, оказалась *модификация* структуры его иерархического контура. Для иерархической системы живого такая модификация состоит в «сжатии» общего числа ярусов в иерархическом контуре от 4-х до 3-х или даже до 2-х (соответственно «расширение» их числа до 5-ти, 6-ти и т.д. характерно для *иерархической социально-технологической системы* Человечества [Гринченко, 2001б, 2002]). Именно этот приём позволил выдвинуть представление о *метаэволюции живого* как процессе перманентного нарастания со временем (с шагом около 337 млн. лет) числа ярусов в иерархии, на которых затем и формируются биообъекты. Тем самым последовательно возникают биообъекты, отличающиеся от их предшественников, с одной стороны, возникновением нового наивысшего яруса в своей иерархии и усложнением всех вложенных в него остальных ярусов, а с другой – большими размерами и большей глубиной своей *системной памяти*.

На базе такого варьирования структуры моделирующего инструментария предлагается ряд иерархических оптимизационных модельных схем, отражающих 13 последовательных периодов метаэволюции живого: от момента возникновения Земли (и «старта» жизни на ней) около 4,6 млрд. лет назад вплоть до современного нам фанерозоя (т.е. в течение примерно трети общей длительности *Универсальной истории* от момента гипотетического Большого взрыва), а также ряд теоретически допустимых последующих периодов. Эти схемы, будучи сведены в единое целое, позволили построить *периодическую систему живого* и предложить его *классификатор*.

2. Из положений предлагаемой концепции необходимо проистекают и неочевидные с других позиций либо сравнительно более **конкретные выводы и предложения естественнонаучного характера**:

2.1. Следует модифицировать существующие представления об иерархии живого – приведённые, например, в статье «Кибернетика биологическая» БЭС. Согласно этой статье, «со структурно-функциональной и информационной точки зрения всё многообразие живого может быть подразделено на 4 главных уровня: молекулярно-генетический (клеточный), онтогенетический (организменный), популяционно-видовой и биогеоценотический, или биосферный» [Биология, 1999, С.254]; в монографии [Гринченко, 2004а] показано, что подобная трактовка ни в количественном, ни в качественном плане не может быть признана адекватной. В частности, следуя терминологии, введённой в рамках концепции, будет неверным продолжать называть прокариоты – клетками, ведь они относятся к совершенно иному ярусу в иерархии живого («элементов», или прокариотических *ячеек*).

2.2. Следует признать, что *зоны* и *метаэтапы* метаэволюции живого (т.е. периоды формирования троек ярусов в его иерархии) описывают в определённом смысле повторяющиеся исторические периоды в развитии Земли. То есть каждый из эонов, продолжавшихся около 1,01 млрд. лет, представляет собой период возникновения в ходе метаэволюции трёх новых верхних уровней интеграции в иерархии живого: в ходе катархея впервые формируются простейшие прокариотические ячейки со своими внутренними структурными ярусами, которые и возникают к его концу, в ходе архея формируются простейшие эвкариотические автономные клетки, в ходе нижнего протерозоя – простейшие многоклеточные организмы, в ходе верхнего протерозоя – простейшие биогеоценозы, и, наконец, в ходе текущего фанерозоя формируется простейшая Биогеосфера, которая на сегодня достигла лишь своего псевдо-состояния.

Последнее означает, что механизм саморегуляции (оптимизационного приспособительного поведения) *современной* нам Биогеосферы как *целого* характеризуется крайне низкой эффективностью. Именно это в значительной степени определяет слабую степень парирования ею кризисных явлений, возникающих как результат наблюдающейся интенсификации антропогенных воздействий.

Важно отметить, что возникновение новых «высших» ярусов в иерархии живого не отменяет существования ранее возникших «низших» (не элиминирует их). В частности, в наши дни живое в *каждой конкретной зоне доступного для жизни пространства на Земле* представляет собой совокупность существующих одновременно (симбиотически *взаимодействуя* на уровнях своих соответствующих элементов, причём с различной интенсивностью вплоть до полной *автономности*) пяти иерархических подсистем: прокариот, одноклеточных эвкариот, многоклеточных эвкариот, биогеоценозов и Биогеосферы. Соответственно в верхнем протерозое живое представляло собой совокупность лишь четырех таких подсистем (до уровня формирующихся в тот период биогеоценозов), в нижнем протерозое – трёх (до уровня многоклеточных организмов), в архее – двух таких подсистем (до уровня одноклеточных эвкариот), а в катархее – только одну подсистему (уровня формирующихся в этот период прокариот).

2.3. На основе указанной общности понятий «*эон*» и «*метаэтап*» введено понятие *горизонт метаэволюции живого* – пространственная характеристика, определяющая для любого момента времени метаэволюции верхнюю оценку размера оптимизационного механизма живого, могущего сформироваться к этому моменту. Это позволило выдвинуть гипотезу *экспоненциального роста горизонта метаэволюции живого*.

эволюции живого со временем, т.е. выражение величины горизонта метаэволюции L как показательной функции времени T существования жизни на Земле: $\ln(L) = \rho_0 + \rho_1 T$ или $L = e^{(\rho_0 + \rho_1 T)}$.

Параметризация этой формулы была проведена с помощью эмпирических данных о моментах смен эонов (при этом метаэволюционно краткий период «кембрийского взрыва» рассматривался как завершающий в венде, т.е. в верхнем протерозое, а не как начальный в кембрии, т.е. в фанерозое). Но на её основе появилась возможность ранжировать и некоторые иные выделенные моменты метаэволюции живого на Земле. В частности, внутри фанерозоя переход от палеозоя к мезозою действительно можно назвать революционным (т.е. сменой эр). Обоснование этого: именно в этот момент (расчётное значение которого – 233 млн. лет назад – с весьма высокой точностью совпадает с эмпирическими оценками) перманентно возрастающая величина *горизонта метаэволюции L живого* достигает значения расчётной величины субкомпартамента Биогеосферы, или биома (первого промежуточного уровня в контуре иерархической оптимизации Биогеосфера–Биогеоценозы). Переход же от мезозоя к кайнозою не сопровождается подобным его совпадением с расчётной величиной следующего, второго промежуточного уровня в этом иерархическом контуре (компартамента Биогеосферы, или природной зоны), которое теоретически может настать лишь примерно *через* 103 млн. лет в будущем. То есть его следует трактовать как смену периодов низшего ранга в развитии живого.

2.4. Необходимо чётко разделять понятия *метаэволюции* и *эволюции*. Первое понятие отражает исключительно процесс формирования в некотором биообъекте новых иерархических уровней (при усложнении существующих). Второе же – процессы поисковой оптимизации приспособительного поведения биообъектов в *уже* метаэволюционно сформировавшихся иерархических контурах Биогеоценоз–Многочелюстные организмы и Биогеосфера–Биогеоценозы. Они относительно более медленны по сравнению с аналогичными процессами поисковой оптимизации приспособительного поведения биообъектов в иерархических контурах Многочелюстные организмы–Сложные клетки и Сложные клетки–Элементы (прокариоты), которые обычно называют *адаптацией*, но следовало бы называть *обобщённой адаптацией*.

Здесь нужно подчеркнуть, что процесс метаэволюции системы живой природы как таковой *не является* результатом деятельности одновременно протекающих указанных процессов эволюции и адаптации. Его «причину» можно определить (на сегодня) лишь как фундаментальное «пред-первичное» свойство Природы.

2.5. В рамках предлагаемой концепции снимается противостояние неodarвинистских и номогенетических эволюционных теорий, поскольку каждая из них (с определёнными уточнениями) отражает какую-то важную составляющую эволюции. «Селектогенез» и «*направленность*» эволюции реализуются активными поисковыми процессами на всех уровнях интеграции живого и «целевым» отбором на основных уровнях его интеграции по критериям энергетического характера. То есть *не* Дарвиновскую селекцию, осуществляемую – в предлагаемых выше терминах – за счёт внешнего дополнения или целевых ограничений, а селекцию результатов адаптивного случайного поиска *экстремальных значений* всей иерархической *совокупности* этих энергетических критериев. Другими словами, отнюдь не по Спенсеровскому ([Darwin, 1859(2003)], стр. 73) критерию «наибольшей приспособленности», а по вполне конкретному воплощению Берговского «эндогенного фактора» эволюции (можно сказать, что свойством «наибольшей приспособленности» как раз обладает – точнее, к нему перманентно стремится – вся иерархическая система в целом, но критерий оптимизации должен быть реально измеримым). В свою очередь, «*канализуемость*» эволюции связана, во-первых, с ограничениями на «траекторию» оптимизационного процесса (типа равенств и типа неравенств), существующими в *каждом* из иерархических оптимизационных контуров системы, а во-вторых – с влияниями *системной памяти* каждого из уровней интеграции живого на активные процессы генерации приспособительного поведения на *всех ярусах иерархии, вложенных* в рассматриваемый.

Тем самым возникает новый синтез представлений о биологической эволюции, отражающих не только её особенности в «современный» нам эон фанерозоя, но и в предыдущие ему 4 млрд. лет развития жизни на Земле (и, по-видимому, в иных частях Космоса), то есть о биологической эволюции, специфической для каждого из 5-ти метаэтапов метаэволюции живого, оставившей свои следы в виде как ископаемых останков, так и существ, успешно процветающих и поныне. Как один из результатов подобного подхода, следует пересмотреть принцип *актуализма*, сформулировав его (в общесистемном варианте) примерно в следующих выражениях: «*в процессе исторического исследования мы должны исходить из того, что метаэволюционирующая система живого, интерпретируемая как иерархическая оптимизационная система, в прошлом представляла собой упрощённые вплоть до вырожденности варианты её современного аналога, и её функционирование было в той же степени упрощённым, до тех пор, пока не доказано обратное*».

И ряд других.

3. Пристекающие из предлагаемой концепции **основные следствия методологического и**, в какой-то степени, **философского характера**:

3.1. **Системность** теперь не может лишь декларироваться и при этом все усилия направляться на выявление тех или иных узколокальных свойств природных объектов. Volens-nolens, «узким» специалистам не следует забывать о том, что трудности или даже «тупики» в исследованиях могут иметь объективный характер как результат *неучёта* в экспериментах либо при построении локальных моделей относительно сложного явления *именно системных взаимодействий* (оптимизационного характера) в иерархии живого.

3.2. **Системное целеполагание** (зачастую обозначаемое терминами «телеология» или «телеонмия») никоим образом не означает привлечения для объяснения системных явлений каких бы то ни было сверхъестественных причин и/или субъектов. В рамках естественнонаучного знания достаточно понятий – прежде всего, понятия *энергии*, – привлечение которых позволяет описывать целенаправленные процессы вполне адекватно. Более того, необходимо уйти от превалирующего на сегодня представления, что «для многих биологических систем понятие цели управления не определено (напр., что является целью эволюции?). Поэтому зачастую задание критерия или цели управления является лишь удобным приёмом, позволяющим построить замкнутую модель при недостатке конкретной информации» [Биология, 1999, С.254]. В монографии показано, что подобную трактовку следует пересмотреть и рассматривать процедуру задания цели управления и реализации её алгоритма как механизм, *имманентно присутствующий* соответствующему биообъекту (относящемуся к основному уровню биологической интеграции).

3.3. Система живой природы *не* пассивна, а проявляет **активность** в достижении собственных целей, и любые возмущающие воздействия на них приводят лишь к сопротивлению (как может быть интерпретирован принцип Ле-Шателье). Именно это позволяет объяснить феномен так называемого «антиинтуитивного» [Forrester, 1971(1977)] поведения систем «достаточно высокой» сложности. С позиций предлагаемой концепции причина подобного поведения – активное противодействие каждой такой системы любым воздействиям, «выталкивающим» её из экстремального – наиболее предпочтительного с её точки зрения – состояния. В условиях отсутствия у исследователя модели целевого критерия такой системы и алгоритма его достижения, предсказать её будущую траекторию весьма затруднительно, если не невозможно.

3.4. Важно различать **адаптивность** как свойство приспособляемости некоторого биообъекта к изменениям *только* его внешней среды, и **обобщённую адаптивность** как свойство перманентной приспособляемости систем природы и Человечества (на всех характерных уровнях их интеграции) к изменениям их как *внешней*, так и *внутренней* сред.

3.5. **Принцип причинности** в привычном понимании выполняется лишь в ограниченных (в пространстве и во времени) пределах, а при выходе за такие пределы *непосредственная* связь «причин» и «следствий» начинает всё более и более нарушаться: ибо что есть «причина» и что есть «следствие» в *контуре*, тем более даже не «замкнутом», а развивающемся «по спирали»? И при этом с существенным запаздыванием процессов в нём?

3.6. **Использование при изучении систем «достаточно высокой» сложности как целого большинства привычных математических представлений** (в частности, в виде описания исследуемых процессов с помощью систем дифференциальных уравнений, как обыкновенных, так и в частных производных) **весьма ограничено**. Конечно, их использование возможно, но при изучении лишь *отдельных фрагментов* «разрезанного» оптимизационного контура, с искусственно фиксированными в процессе анализа «входами» и «выходами», т.е. «причинами» и «следствиями», и фиксированными масштабами времён их изменения.

3.7. **Случайность**, имманентно присущая механизму иерархической адаптивной поисковой оптимизации живого, возникает естественным образом как проявление иерархичности самой системы живого. Это можно интерпретировать как *обобщение* достаточно часто используемой гносеологической трактовки случайности как *меры нашего незнания об объекте*. Различие состоит в том, что в иерархической оптимизационной подсистеме некоторого уровня интеграции I даже при вполне регулярном поведении каждой из составляющих её подсистем i_1, \dots, i_n (обладающих свойством активности) рассмотрение такого поведения «в целом» – одновременно и всех сразу, т.е. «с точки зрения» подсистемы именно высшего уровня I , – может выглядеть только как случайное: у подсистемы I просто нет так называемого «планшета» для фиксации поведения *всех* её подсистем i_1, \dots, i_n .

И так далее (см. также [Гринченко, 2004б, 2006а]).

Очевидно, что как вышеперечисленные основные положения предлагаемой концепции *информатико-кибернетического* характера, так и пристающие из неё основные следствия *методологического и философского* характера вполне справедливы не только для системы живого, но также и для систем неживого и социально-технологического. Ниже это будет по возможности продемонстрировано.