

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

Клод Адриан Гельвеций

«По-видимому, всю историю развития жизни на Земле можно было бы изложить на языке многокритериальной оптимизации»

Никита Николаевич Мусеев

Предисловие

ИСТОРИЯ ВОПРОСА. Проблема синтеза адекватных моделей сложных биологических систем на базе оригинального подхода: рассмотрения приспособительного поведения таких систем как проявления функционирования наиболее универсальных и мощных регуляторных механизмов управления (в широком смысле этого термина), а именно – поисковых оптимизационных систем, находится в центре моего внимания уже довольно длительное время. Собственно экстремальные системы исследовались мною (под руководством к.т.н. В.Г.Шолохова) ещё в 1967-1971 гг., в период учебы на старших курсах МФТИ [Шолохов, Гринченко, 1971]. Полученный при этом опыт позволил мне выдвинуть в дальнейшем предложение (и, совместно с соавторами, обосновать его адекватность имеющимся экспериментальным данным) ввести в модель нейрона – как её имманентный элемент – механизм поисковой оптимизации его энергетики. Вначале, в простейшем случае – это был *одноканальный экстремальный регулятор*, а затем – *многоканальный оптимизатор*, работающий по алгоритмам случайного поиска. На базе этих результатов далее мной была проведена и бионическая разработка нового класса алгоритмов случайной поисковой оптимизации – *матричного случайного поиска* (активно поддержанная профессором Л.А.Растригиным), которая легла в основу моей кандидатской диссертации [Гринченко, 1975]. Затем логика исследования привела к обобщению данного подхода – естественно, на основе использования идеологии именно многоканального оптимизатора – на описание процессов хемотаксиса микроорганизмов и процессов поведения живой клетки произвольной специализации, подробно рассмотренных в монографии [Гринченко, Загускин, 1989] и моей докторской диссертации [Гринченко, 1989].

Параллельно подобный подход был распространен мною и на биосистемы иных – а не только клеточного – уровней интеграции живого вплоть до Биосферы Земли в целом [Гринченко, 1979а,б; Гринченко, Загускин, 1981; Гринченко, 1982; 1983а,б; 1991; 1995а,б,в; 1996б; 1997б; 1998б; 1999а,б,в,г,д; 2000а,б,в,г; 2001а,б,в,г,к; 2003а,б,в,г; 2004]. При этом удалось сформулировать модельные представления, которые объясняют – в информатико-кибернетических терминах – сам факт и характеризуют некоторые особенности хода развития и усложнения жизни на Земле, т.е. процесса её **метаэволюции** как процесса усложнения **системной памяти** живого.

Как следствие этого, – что было довольно неожиданным и специально не планировалось, – удалось получить определенные результаты в области «универсального эволюционизма» или «Универсальной истории» (Big history). Предмет Универсальной истории определяют как «развитие Вселенной с последовательным образованием качественно новых реальностей, так что развитие живой природы и общества оказываются фазами единого поступательного процесса» ([Назаретян, 2001], стр. 15). Тот факт, что некоторые аспекты механизма развития Вселенной *как системы* удалось формализовать и, на этой основе, получить некие неочевидные выводы, вселяет надежду на продуктивность дальнейшего применения предлагаемого подхода в данной области знания.

Наконец, оказалось логичным обобщить указанный «поисковый оптимизационный» подход на другие системы «достаточно высокой сложности», но иного материального носителя – этносферу Земли, человеко-машинные, социально-экономико-технологические и иные, *включающие человека*, подобные системы [Гринченко, 1991; 1993; 1994а,б; 1995б,в; 1996а,б; 1997а,б; 1998а,б,в; 1999а,б,в,д; 2000б; 2001б,д,е,ж,з,и; 2002в,г,д; 2003б,в,г]. Поскольку эта тематика в целом несколько выходит за рамки тематики настоящей монографии, она, возможно, будет более полно рассмотрена в другой публикации.

Но формулирование «поисковой оптимизационной» концепции – в частности, рассмотрение возможного развития системы природы (с момента возникновения жизни на Земле) в терминах *метаэволюции живого* – позволило прийти к выводу о необходимости изменения самой парадигмы исследований. По-видимому, следует переходить от стремления строить все более и более *адекватные, но частные модели* системных объектов к оперированию с новым языком описания систем «достаточно высокой» сложности в целом. Причем последний должен имманентно включать такие агрегированные понятия, как «поисковая оптимизация», «целевые функции», «системная память» и т.п.

Настоящая монография – это попытка связать воедино все полученные к началу 2004 года результаты по *биологическим* аспектам применения «поисковой оптимизационной» концепции (фрагменты которых публиковались ранее в вышеуказанных статьях и материалах научных встреч) и интерпретировать некоторые их следствия как основу представления о *метаэволюции живого* на Земле.

СХЕМА ДАЛЬНЕЙШЕГО ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА. Системный характер рассматриваемой сугубо междисциплинарной проблемы определяет трудности её изложения. По крайней мере, наиболее распространенная манера подачи материала в порядке «постановка проблемы – обзор литературы – методика решения – практическая реализация методики – обсуждение полученных результатов» не представляется приемлемой: можно легко «завязнуть» уже на этапе «обзор литературы». Поэтому в монографии принята следующая схема изложения материала.

Ее вводная или ознакомительная часть включает три раздела.

Раздел 1 посвящен *общему введению* в проблему и в инструментарий её решения.

Раздел 2 содержит изложение основных *постулатов* предлагаемой концепции – рассмотрения приспособительного поведения живого как проявления перманентной деятельности *механизма иерархической адаптивной поисковой оптимизации* целевых критериев энергетического и структурного характера.

В разделе 3 излагаются её *базисные источники*: дается обзор литературы, в которой отражены те сущности и явления, которые либо нашли свое отражение, либо непосредственно используются в том или ином «месте» указанного механизма. При этом изложение опирается на тот факт, что основные положения предлагаемой концепции уже в общих чертах представлены читателю.

Вторая, пояснительная, часть монографии также включает три раздела.

Раздел 4 содержит описание *инструментария*, используемого в рамках концепции: от анализа метода «проб и ошибок», опирающегося на широкий круг литературных источников, до предлагаемой классификации методов случайной поисковой оптимизации. В ней достаточно формально, через важнейшую характеристику – *глубину памяти* алгоритма – определены соотношения метода «проб и ошибок» и различных вариантов метода случайного поиска.

Раздел 5 представляет собой краткое описание – а по существу, лишь расширенную аннотацию – проведенной мною ранее реализации нескольких конкретных фрагментов концепции: использования случайного поиска как адекватного аппарата моделирования клеточных систем – нейрона, живой клетки и хемотаксиса микроорганизмов. Тем самым дается *иллюстрация применения* предлагаемого *поискового оптимизационного* подхода для решения локальной (с позиций концепции в целом) задачи – моделирования биосистем *клеточного* уровня интеграции живого.

В разделе 6 я вновь возвращаюсь к описанию содержания предлагаемой концепции, но, в отличие от раздела 2, здесь она излагается более подробно, с использованием формального математического аппарата, но с ориентацией при этом на читателей как математических и технических, так и естественно-научных специальностей. Некоторые параграфы данного раздела при их чтении представителями гуманитарных и философских наук могут быть пропущены.

Третья, или аналитическая часть монографии, в составе двух разделов 7 и 8, посвящена изложению понятия, которое предлагается назвать *метаэволюцией живого*.

В разделе 7 это понятие вводится как одно из следствий реализации предлагаемой *концепции*. Здесь же описываются типовые схемы метаэволюции живого и обсуждаются связанные с ним интегральные характеристики живого («горизонт метаэволюции», его величина и скорость распространения), и т.п.

Раздел 8 занимает наибольший объем в книге (почти половину её величины), поскольку в его 13-ти подразделах последовательно описываются *собственно* этапы метаэволюции живого. Изложение материала в каждом из этих подразделов построено по одной и той же методике, что должно облегчить сравнительный анализ общих закономерностей адаптивного поведения биообъектов, находящихся на совершенно различных этапах метаэволюции, но проявляющих при этом много *кибернетически* сходных черт.

Завершающая, или подытоживающая часть монографии, в составе двух разделов 9 и 10, содержит некоторые результаты развития предлагаемой в ней *концепции иерархической поисковой оптимизации*.

Раздел 9 посвящен обсуждению некоторых следствий концепции. В частности, вопросу, существует ли предел метаэволюции живого, проблемам ограничения времени жизни биообъектов от яруса биогеоценозов и выше, реализации функции забывания системной памяти, связи характеристик метаэволюции живого (на метаэтапе) с базовыми характеристиками поисковых оптимизационных систем, разнообразия элементов промежуточных ярусов в иерархии систем природы, генезиса средне- и малоразмерных протоорганизмов. С позиций концепции предлагается интерпретации понятий эволюционного прогресса и регресса, антиинтуитивного поведения систем «достаточно высокой» сложности, использования понятия «суперорганизм» (применительно к описанию живой природы и Общества) и ряд других.

Раздел 10 представляет собой описание одного из важнейших следствий концепции – возможного вида периодической системы живого в вариантах таблицы этапов формирования структур живого, таблицы метафаз метаэволюции и таблицы форм организации супрасистемы живого, а также основанной на ней возможной классификации «системы органического мира».

В Заключении перечисляются полученные в монографии основные выводы, сведенные в три основные группы: информатико-кибернетического, естественнонаучного и методологического характера.

ОСОБЕННОСТИ ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА. Чтобы не создавать читателю дополнительных трудностей, я предпочитаю в необходимых местах *не пересказывать* точки зрения тех или иных авторов *своими словами*, а прибегаю к обильному *цитированию* соответствующих выдержек из их работ, необходимых для прояснения моей позиции как читателю-кибернетику (или, по выражению братьев Стругацких, «кибернетисту»), так и «не-кибернетику». По своему образованию – я исследователь в области кибернетики и теории сложных систем: инженер-физик, закончил Московский физико-технический институт, факультет радиотехники и технической кибернетики (1971); к.т.н. (1975), д.т.н. (1989). Работая с 1971 года на «стыке» с биологической проблематикой (в частности, в соавторстве со специалистом-цитологом опубликована книга, посвященная алгоритмическому моделированию живой клетки [Гринченко, Загускин, 1989]), я знакомился с необходимыми биологическими данными, в основном, по литературе. Очевидно, что по *первоисточникам* физически невозможно изучить такую информацию в объеме, необходимом для интерпретации информатико-кибернетических результатов предлагаемой концепции в соответствующих биологических терминах, понятиях и представлениях (т.е. в диапазоне, как минимум, от макромолекулярного до Биосферного уровней интеграции живого). Поэтому ниже я, с одной стороны, опираюсь в основном на сравнительно ограниченный круг источников, являющихся *обзорными* в той или иной области знания. Это, прежде всего, энциклопедические издания БСЭ [1970-1975], БЭС «Биология» [1999], Encyclopedia Britannica [2000] и т.п., а также фундаментальные труды И.И.Шмальгаузена [1968], А.А.Ляпунова [1980], Н.Н.Моисеева [1982–2001], Н.Ф.Реймерса [1992], Н.Н.Воронцова [1999], К.Ю.Еськова [1999], В.Ф.Турчина [2000(1977)], Э.М.Галимова [2001], Е.Н.Панова [2001], Ю.В.Чайковского [2003] и ряд других. С другой стороны, я широко использую ИНТЕРНЕТ-поиск необходимых сведений – как наиболее перспективный способ оперативного информирования научной общественности, актуальность которого постоянно увеличивается по мере ускорения темпов происходящих в ноосфере Земли информационных революций. Поэтому в списке литературных источников особый акцент сделан мною на указание их электронных адресов в сети ИНТЕРНЕТ (когда это возможно), т.к. считаю необходимым это всемерно пропагандировать. А попытки брать деньги за ИНТЕРНЕТ-доступ к *знаниям*, к накопленной Человечеством научно-образовательной информации – общественным мнением всячески осуждать и с помощью соответствующих властей – пресекать!

БЛАГОДАРНОСТИ. Сама постановка проблемы исследования в указанном виде была бы невозможна, если бы в 1959 году выдающимся русским ученым Леонардом Андреевичем Растригиным (впоследствии ставшим доктором технических наук, заведующим лабораторией Института электроники и вычислительной техники Академии наук Латвийской ССР, профессором Рижского политехнического института, членом многих научных обществ и Академий, общепризнанным главой научной школы «случайного поиска» и руководителем Подсекции по проблемам случайного поиска Секции «Адаптивные системы» Научного Совета по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР, и прочая, и прочая...) не был сделан кардинальный шаг в развитии теории поисковой оптимизации: впервые предложено и исследовано её важнейшее направление: «случайный поиск» [Растригин, 1959а, б]. Математическая теория и практика применения алгоритмов случайного поиска (впоследствии – и *адаптивного* случайного поиска) далее развивалась им и его школой (к которой автор имеет честь относить и себя) все последующие годы вплоть до безвременной кончины Учителя в январе 1998 года... Вечная ему память и благодарность будущих поколений продолжателей его дела!

Я признателен коллегам: сотрудникам и руководству Института проблем информатики Российской Академии наук, ряду своих соучеников по Физтеху, всем тем, кто проявлял интерес к настоящему исследованию, конструктивные советы и благожелательная поддержка которых позволила мне написать эту книгу. Невозможно переоценить и моральную поддержку семьи.

С рукописью ознакомились и дали свои замечания официальные рецензенты: д.ф.-м.н. И.Л.Букатова, д.б.н., проф. А.Н.Лебедев и д.б.н., член-корр. РАН М.А.Федонкин, а также мои коллеги (и во многом единомышленники) к.т.н. И.М.Адамович, д.т.н. Б.В.Боев, инж.-физик Ю.Т.Зозуля, д.пед.н., академик РАО Ю.М.Колягин, к.б.н. Ю.А.Лабас (предоставивший мне также ряд ценных литературных источников), к.ф.-м.н. Н.А.Маркова, д.филос.н. и к.психол.н. А.П.Назаретян, к.т.н. В.Г.Шолохов. Всем им приношу глубокую благодарность.

Другие оставшиеся в тексте – после внесения соответствующих исправлений – возможные упущения в форме изложения материала, в аргументации авторской позиции, в представительности иллюстративной части и т.п. относятся, безусловно, к моим собственным недоработкам и огрехам.

Список основных аббревиатур, используемых в тексте

МПиО – Метод «Проб и Ошибок»;

ОУБИ – Основной Уровень Биологической (системной) Интеграции;

ПУБИ – Промежуточный Уровень Биологической (системной) Интеграции;

УВЭ – Ультраструктурные Внутриклеточные Элементы.