

УДК 519.71:007.51

## НООСФЕРНЫЕ АСПЕКТЫ КИБЕРНЕТИКИ И ПРОБЛЕМА ВОСПРОИЗВОДСТВА РАЗУМА

© А.Н. Флоренсов

*Ключевые слова:* кибернетика; управление; динамика; обучение; адаптация.

На основе кибернетического подхода и закона Эшби показывается, что появление и существование ноосферы является явной функцией динамики окружающего мира; предложена дифференциальная форма закона, позволяющая решать общие системные задачи динамики биосферы и исследовать проблемы воспроизводства разума в процессах обучения, рассматривается решение парадокса Ферми.

Концепция В.И. Вернадского о переходе биосферы под влиянием научной мысли и человеческого труда в новое состояние, названное ноосферой, была сформулирована им как научно-эмпирическая, являясь тем самым более гипотезой, чем систематическим учением [1]. Для исследования этого положения в рамках естественных и точных наук следует опереться на методы какой-то из них. Поскольку разум как фактор формирования научной мысли и техники не является материальным объектом, то в качестве методического основания следует использовать ту научную дисциплину, которая изучает непосредственно те же объекты, какими манипулирует разум. Такой наукой является теоретическая информатика.

В качестве одной из своих базовых дисциплин информатика использует понятия научного направления, которое сложилось в середине XX в. и было названо кибернетикой. Кибернетика по своим задачам нацелена на изучение наиболее общих законов управления и поэтому оказывается инструментом для исследования наиболее общих проблем информационных систем, а не частных технических.

Изучение естественной системы может быть направлено на анализ этой системы, на выявление связей такой системы с более общими или аналогичными ей либо же на исследование динамики самой системы. Последний вариант наиболее интересен в широком научном плане, поскольку полноценное изучение динамики вынужденно ведет к описанию взаимодействия составных частей системы, на основе которых вычисляется и моделируется общая динамика.

Поэтому целесообразно сосредоточить внимание на тех составляющих социальной системы человечества, которые обеспечивают именно динамику ноосферы. На этом пути в первую очередь встает не проблема расширенного воспроизводства научной мысли и технических новаций, а системная задача самого воспроизводства разума.

С отвлеченных философских позиций разум можно рассматривать как самовоспроизводимую вещь в себе, но в естественных науках приходится изучать механизмы воспроизведения, в частности механизмы воспроизведения живых организмов. Представление, что человеческий разум в совокупном человеческом обще-

стве воспроизводится как-то сам по себе, не более чем иллюзия. Это утверждение легко доказывает феномен феральных людей. Так называют людей, по стечению обстоятельств воспитанных животными. Науке к настоящему времени известны и достаточно изучены сотни таких явлений [2]. Накопленные факты однозначно свидетельствуют: если в формировании человека как информационной системы взаимодействия с окружающим миром систематически не участвовал хотя бы один человек, то из ребенка вырастает организм с животными навыками, но совершенно без признаков разума. Отсюда вытекает *необходимость обучения формируемого человеческого разума другим человеком*, а также особое значение изучения управляющих (в терминах кибернетики) условий формирования разума.

В таком изучении естественно опереться на фундаментальный закон кибернетики, сформулированный У.Р. Эшби на основе математической теории игр и использования понятия энтропии в применении к информации. Формальное его доказательство [3, с. 294-296] базируется исключительно на математических выводах, исходя из определения информации по Шеннону применительно к системе, на вход которой поступает информация, в ответ на которую система, имеющая регулируемую часть, должна принимать регулирующие воздействия, обеспечивающие ее гомеостазис, адаптацию или в более широком плане поддержание существования, соответствующее некоторой цели.

Сформулированный в математических положениях, в словесной форме этот закон обычно описывается, как «управление может быть обеспечено только в том случае, если разнообразие средств управляющего (в данном случае всей системы управления), по крайней мере, не меньше, чем разнообразие управляемой им ситуации». Термин «разнообразие» соответствует смысловому значению «минимум энтропии» в исходной математической формулировке. Используемая словесная формулировка принадлежит С. Бирю [4].

Рассмотрим применение закона Эшби к информационным основам процесса обучения, учитывая, что понятие «разнообразие» в этом законе отражает не просто численный объем текстов или приведенных к текстовой, в частности, к байтовой форме, а относится

к информации в понимании математической теории связи, оценивая собственно содержащуюся в сообщениях значимую информацию, отличную от шума и случайных флуктуаций.

Описывая разнообразие в математической теории как множество, задающее входы абстрактной информационной системы или формируемые ею реакции системы, следует учитывать, что такое описание никак не учитывает динамический характер работы реальных информационных систем. Для технического использования не только в искусственных, но и биологических, а также социальных системах, принципиально существенными оказываются ограничения и реальные продолжительность формирования тех же реакций системы и использование ею внутренних состояний.

Из закона Эшби следует, что формирование разума как системы моделирования окружающего мира и системы принятия решений для адапционного человеческого поведения может строиться только в результате процесса взаимодействия с не менее сложной системой человеческого воспитателя или воспитателей.

Для динамического процесса обучения требуется расширить закон Эшби от статического утверждения до его формулировки, относящейся к динамике управления и адаптации.

Переходя к приращениям для дифференциальной формы, получаем: **«Управление может быть обеспечено только в том случае, если разнообразие управляемой ситуации за интервал времени, в котором различимы изменения окружающей среды, меньше или равно разнообразию, обеспечиваемому за то же время средствами управляющей системы».**

Применяя закон разнообразия для динамического управления к обучению управляющей системы, получаем, что *«если объективные свойства окружающей среды таковы, что она существенно изменяется за время, необходимое для проведения обучения, то это обучение в принципе не может дать никаких преимуществ для существования и выживания».*

Значение сформулированного утверждения хорошо видно на примере обучения и адаптации лабораторных животных. Для выработки условных рефлексов требуется определенная последовательность повторений, которая связывает для обучаемых организмов последствия воздействия с самими этими внешними воздействиями. Если за время обучения условия связи будут меняться, то либо условные рефлексы не будут выработаны, либо, в теоретическом случае, реакция обучаемого животного будет отвечать старой схеме связей, а для новых измененных условий будет уже не адаптивной.

При высокой изменчивости среды, окружающей организмы, обучающая ситуация в новых условиях должна вести к модифицируемым действиям. Если объективные свойства окружающей среды таковы, что она существенно изменяется за время, необходимое для проведения обучения, то это обучение не может дать никаких поведенческих, а в более далекой перспективе – эволюционных преимуществ.

Уточним приведенную выше формулировку для более общей категории системы, чем биологический организм. Если материально-структурное строение сложной системы относительно постоянно (хотя бы не усложняется с точки зрения запоминания и числа элементов элементарного преобразования информации), то существует граница скорости изменчивости окру-

жающей среды, при превышении которой информационное моделирование ее системой делается неэффективным с точки зрения выживания и адаптации к изменяющимся условиям. В еще более общей формулировке нужно учесть и соотносить скорость изменения внутренней информационно-вычислительной структуры со скоростью изменения окружающей среды, отражая принципиальное ограничение на эффективность использования моделирования и практическое отображение внешней среды в этой информационной структуре.

Более внимательный анализ проблемы показывает, что область значений изменчивости, определяющая эффективность системы с относительно постоянной внутренней системой «обработки информации», ограничена не только сверху, но и снизу. Действительно, в гипотетической модели существенно неизменяемой среды однократно выработанную или полученную в последовательности приближений модель поведения оказывается практически не нужно видоизменять. В биологии живых земных организмов подобные условия существовали в первичном океане, физико-химические свойства которого могли быть неизменными сотни миллионов лет. Даже в более короткие периоды времени – просто миллионы лет – неизменность окружающей среды естественным образом соотносилась с наследуемыми свойствами поведения биологических организмов. Более сложные модели поведения, заложенные или вырабатываемые для отдельных организмов, не могли дать принципиально заметного эффекта, либо требуя непропорционально сложного или длительного механизма функционирования конкретной модели, либо просто не обеспечивая заметного для эволюции прироста эффективности.

В практически не наблюдаемых для биосферы Земли быстрых и постоянных изменениях окружающей среды (хаотических движениях газовой и водной сфер, резких несистематических скачках температур и более сложных нерегулярностях) даже накопленный человечеством интеллектуальный опыт может не дать заметного эффекта для выживаемости, а для биологического сохранения и воспроизводства может оказаться практически наиболее эффективным просто случайный поиск и возможно более быстрое воспроизводство поколений, что замечательно демонстрируют простейшие организмы, в первую очередь бактерии.

Проведенные рассуждения показали, что применимость разума для выживания гомеостатических систем не умопытный всеобщий закон, а эта применимость имеет место в относительно узком диапазоне изменчивости окружающей среды – для относительно узких условий изменчивости физического мира.

Разум как явление и свойство человеческого организма не является неперенным и обязательным свойством организма, он является явной функцией от текущей динамики окружающего мира.

**Разум как система моделирования окружающего мира и адаптации к его воздействиям объективно формируется при определенном интервале изменчивости этого мира для того материального объекта, который является носителем разума.** Если текущая изменчивость этого мира меньше некоторой пороговой величины, то разум как приобретенный признак объекта (организма – в терминах теории эволюции) не дает никаких эволюционных преимуществ, бесполезен для его существования и гомеостазиса, потребляя ресурсы этого объекта, снижая его способно-

сти продолжения существования в окружающем мире. Если текущая изменчивость окружающего мира больше некоторой пороговой для рассматриваемого объекта величины, то разум как новый формируемый признак (информационная подсистема) не может обеспечить эффективного поведения для адаптации к быстро изменяющимся условиям существования и должен подавляться и отбрасываться эволюцией сообщества объектов. Действие такого сообщества в указанных обстоятельствах может быть либо примитивизация и более быстрое воспроизводство, чтобы эволюционной изменчивостью адаптироваться к новым условиям среды, либо вымирание такого сообщества.

Практически изученная палеонтологией эволюция живого мира на Земле дает много примеров аналогичного поведения, хотя до сих пор и не относящегося непосредственно к разуму живых организмов. Но другие свойства организмов, обеспечивавшие на каком-то предыдущем этапе земной эволюции их адаптацию и выживание, например, адаптационное совершенствование мира пресмыкающихся, на очередном проявлении резкого изменения физических условий для организмов нередко приводили к массовому вымиранию видов и продолжению общей эволюции с некоторой иной ветки организмов. Заметим, что в определенных климатических условиях система организмов пресмыкающихся оказывалась энергетически более экономной, чем у млекопитающих за счет сокращения расходов на поддержание высокой температуры тела, но только в узком диапазоне внешних температур, за пределами которого резко падала двигательная активность животных и, как следствие, их потенциальная способность быстро переходить в движения, нередко нужная или необходимая для нападения или спасения жизни.

Выведенную выше зависимость можно продемонстрировать на хорошо известном, но не связываемом с кибернетикой научном факте формирования разума у доисторических предков людей. Палеонтологические данные свидетельствуют об однозначной связи ухудшившихся условий существования предков людей из четвертичного оледенения и появлением у них человеческих технологий адаптации к окружающему миру, которые несомненно напрямую были связаны с сформировавшимся человеческим разумом, без которого не могли появиться и поддерживаться. Об этом же свидетельствуют изображения, оставленные людьми палеолита, которые отражают рассудочную деятельность в виде графического моделирования образов реального мира.

Интервал изменчивости окружающего мира, в котором эффективно формирование, развитие и дальнейшее совершенствование разума, непосредственно зависит от внутренней сложности тех объектов (для биологии – организмов), которые являются носителями разума, и их сложившихся на «доразумном» пути эволюции механизмах встроенных информационных систем. У человека эта внутренняя сложность и потенциал ее развития, не выходящие за пределы собственно организма, определяющие рассматриваемый интервал изменчивости среды, обуславливаются строением и функционированием коры головного мозга. При известной изменчивости и развитии нейронных систем мозга эти сложность и потенциал явно ограничены числом нейронов и их способностями к биологическому установлению связей между собой.

По представлениям Вернадского, научная мысль, «раз создавшись и проявившись в эволюции биосферы, несет в себе возможность неограниченного развития в ходе времени». Отражением этой позиции является старая проблема, называемая «парадоксом Ферми» [5], которую сформулировал физик Энрико Ферми, подвергая сомнению возможность обнаружения внеземных цивилизаций. Парадокс связан с попыткой ответить на один из важнейших вопросов: «Является ли человечество единственной технологически развитой цивилизацией во Вселенной?» В современной формулировке он имеет следующий вид.

Имяются два наблюдаемых факта: 1) возраст Вселенной ( $T$ ) примерно равен 10 млрд лет, 2) характерное время экспоненциального развития нашей технологической цивилизации ( $t$ ) исчисляется десятками лет. Величина числа, характеризующего рост технологической цивилизации за время существования Вселенной, описывается экспонентой  $\exp(T/t)$  и дает значение, оцениваемое как  $10^{43}$ . Поэтому вероятность необнаружения технологической внеземной цивилизации, даваемая обратной величиной, оказывается настолько малой, что даже значительно большими величинами ее в науке и технике вынуждены «пренебрегать», вынужденно полагая их нулевыми [6]. Указанный парадокс отражает противоречие между утверждением о естественно-обусловленном развитии сложных систем во Вселенной, достигающих состояния технологического прогресса, и отсутствием их техногенных следов в наблюдаемой Вселенной.

Установленная кибернетическая зависимость между характеристикой изменчивости мира, который является средой существования системы, и адаптационными и гомеостатическими возможностями самой системы позволяет сделать на ее основе следующий вывод. Технологическая цивилизация, как показывает опыт человечества во многих его сферах деятельности и принимает современная наука [6], развивается «по экспоненте», по крайней мере, в близкой к ней качественно зависимости, безусловно увеличиваясь в своих количественных характеристиках сложности нелинейно и монотонно. Проводя сравнение экспоненциальной зависимости для оценки сложности формируемого мира технологической цивилизацией с фиксированным интервалом, в котором определяющие цивилизацию активные и адаптивные объекты разума могут применять, совершенствовать и развивать свой разум, приходим к следующему неизбежному выводу. Только для *небольшого интервала времени цивилизация может существовать в процессе развития и поддержания определяющего ее разума своих составных субъектов* (людей, гуманоидов, субъектов внеземного разума и т. п.). Этот вывод есть простое логическое следствие первого закона кибернетики. Причем, небольшим этот интервал времени должен оказаться не только в сравнении с продолжительностью существования нашей физической Вселенной, но, с учетом экспоненциального характера технологического роста, очень небольшим даже по меркам нашей человеческой цивилизации.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что ноосфера является явной функцией динамики окружающего материального мира, а не просто обязательным этапом со-

стояния биосферы. Интеллектуальные системы знаний человека формируются только в относительно узком диапазоне изменчивости непосредственно окружающей их среды. Для формирования разума как системы эффективной адаптации к окружающему миру необходимы обучающие системы не меньшего разнообразия и структурной сложности интеллектуального вывода, чем системы с разумом. При отсутствии какого-либо внешнего для человечества преобладающего над ним разума, формирование и поддержание разума в человеческих субъектах оказываются кратковременно действующей функцией изменчивости окружающей среды, в понятие которой в этом контексте входят структуры и установки общечеловеческой социальной системы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетарное явление // Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2004. С. 242-469.
2. *Bettelheim B.* Feral Children and Autistic Children // The American Journal of Sociology. Mar., 1959. V. 64. № 5. P. 455-467.
3. *Шеннон К.* Математическая теория связи // Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во ИЛ, 1963. С. 243-322.
4. *Бир С.* Мозг фирмы. М.: Либроком, 2009. 416 с.
5. *Landis G.A.* The Fermi Paradox: An Approach Based on Percolation Theory // Journal of the British Interplanetary Society. L., 1998. V. 51. P. 163-166.
6. *Лининов В.М.* О вероятности контакта с внеземной технологической цивилизацией // Астрон. журнал. 1988. Т. 65. С. 433-435.

Поступила в редакцию 2 сентября 2012 г.

#### Florensov A.N. NOOSPHERE ASPECTS OF CYBERNETICS AND PROBLEM OF REPRODUCTION OF MIND

On the basis of the cybernetic approach and Ashby law it is shown that the emergence and existence of the noosphere is an explicit function of the dynamics of the world; a differential form of the law, which allows the system to deal with common problems of the dynamics of the biosphere and to investigate the problem of reproduction of the mind to learning is offered, the solution to the Fermi paradox is considered.

*Key words:* cybernetics; control; dynamics; teaching; adaptation.