

Глава 9. Сопоставление процессов эволюционного развития компьютерных средств и растительного мира

9.1. Постановка проблемы

Многие исследователи пришли к выводу, что эволюционные процессы, протекающие на Земле, подчинены общим законам развития, но с учетом своих особенностей для каждой исследуемой области знаний. Если раньше об эволюции говорили только касаясь области живых организмов, то в последнее время показано, что эволюционным процессам подвержены и антропогенные объекты вообще, и вычислительные средства в частности. Более подробно с затронутой выше проблемой можно ознакомиться в работах [1 – 4].

В настоящей статье в основном проводится сопоставление эволюционного развития растительного мира и средств вычислительной техники. Такое сопоставление представляет интерес прежде всего тем, что эволюция растительного мира протекает сотни миллионов лет, в то время как эволюция электронных вычислительных средств насчитывает чуть больше пятидесяти, а эволюция вообще вычислительных средств – не более десятка тысяч лет.

Но что может быть общего в эволюции растительного мира и вычислительных средств? Общим для этих двух систем является негэнтропийный принцип информации, который рассматривает энтропию как меру организованности и разнообразия, и информацию – как меру детерминированности системы. Помимо этого, в процессе эволюции происходит в основном усложнение строения эволюционирующих объектов с целью их адаптации к внутренним и внешним условиям существования. Хотя в некоторых случаях адаптация к внешним условиям требует уменьшения уровня сложности.

Конечно, имеются и существенные различия в эволюционном развитии растительного мира и средств вычислительной техники. Если в растительном мире наследственность и естественный отбор являются движущей силой эволюционного развития, и это происходит естественным путем, то в вычислительной технике рынок вычислительных средств осуществляет человек. Помимо этого, важными механизмами в процессе выживания растений является способность к размножению и освоение наибольшего жизненного пространства. В вычислительной технике эти механизмы связаны с соотношением спроса и предложения, а также освоением новых технологий, решением все большего числа усложняющихся задач и возможности кооперирования вычислительных средств.

Данный перечень различий и общностей в развитии эволюционных процессов растений и вычислительных средств может быть продолжен, но в этом нет необходимости, так как в той или иной степени они будут рассмотрены в следующих разделах. Возникает законный вопрос: "Почему сопоставляются процессы эволюции развития растительности и вычислительных средств?" Во-первых, как уже отмечалось выше и установлено многими учеными, процессы эволюции вычислительных средств присущи не только живой материи, но и вычислительным средствам. Во-вторых, известно, что все живые организмы связаны между собой энергетично, поскольку являются объектами питания других. Энергия в экосистеме аккумулируется на уровне продуцентов, каковыми являются растения, что происходит через консументы и редуценты (где либо непосредственно, либо косвенно участвует растительный мир), входят в состав органических веществ почвы и распыляются при разрушении разных ее соединений. Таким образом, растительный мир является одной из основ обеих цепей питания и поэтому является определяющим в развитии всей живой материи. Это и послужило предпосылкой для того, чтобы в качестве представителя эволюции живого мира взять растительный мир.

9.2. Информация и энтропия

Виктор Комаров [5] говорит о том, что если информация является свойством всей материи, а не только ее высших форм – биологической и социальной, то она становится одной из главных сущностей, определяющих эволюцию мироздания, нашей Вселенной и человечества.

При этом информация рассматривается как разнообразные, специфические сведения о каждом элементе окружающего нас мира, его строении, поведении, взаимосвязи с другими элементами. При этом мир рассматривается как все существующее в Природе.

Александр Болонкин [4], в свою очередь, утверждает, что основной закон, смысл существования природы – закон возрастания самокопирующихся систем, способных к непрерывному тиражированию, ограниченному только физическими границами. При этом предполагается, что изменение внешних условий происходит более медленно, чем скорость приспособления к ним. По утверждению А. Болонкина, системы, обладающие свойством повышенной сложности, становятся устойчивыми, жизнеспособными, заполняют все доступное пространство и существуют до тех пор, пока резко не изменятся породившие их условия. Однако сложность играет важную роль в процессе эволюции, но не такую "прямолинейную", как это утверждает А. Болонкин. Уместно в этой связи упомянуть закон необходимого разнообразия Хартли, Эшби [6, 7]:

$$H(X) = \log_2 N, \quad (9.1)$$

где N – мощность конечного множества X или число взаимно независимых состояний системы.

При этом количество информации, сообщаемой при выборе некоторого элемента x , естественно измерять изменением разнообразия, которое происходит при выборе конкретного элемента исходного множества:

$$I(X) = H(X) - H(x). \quad (9.2)$$

Но, учитывая, что $H(x) = \log_2 1 = 0$, получим

$$I(X) = \log_2 N. \quad (9.3)$$

Хотя подход Хартли-Эшби широко используется при кодировании последовательностей, бинарного поиска в упорядоченном списке и т.д., но все же в большинстве приложений используется понятие энтропии, в которой учитывается, что энтропия должна быть аддитивной величиной. Получим этот вид энтропии.

Пусть существует функциональная зависимость

$$H(X) = f(N). \quad (9.4)$$

Рассмотрим множества X_1 с мощностью N_1 и X_2 с мощностью N_2 . Пусть у множеств X_1 и X_2 независимо выбираются элементы $x_1 \in X_1$ и $x_2 \in X_2$, образуя пару (x_1, x_2) .

Мощность множества X , которое является произведением множеств X_1 , и X_2 , будет $N = N_1 \cdot N_2$.

Рассмотрим функциональное уравнение

$$f(N_1 \cdot N_2) = f(N_1) + f(N_2), \quad (9.5)$$

которое может быть записано как

$$H(X) = H(X_1) + H(X_2). \quad (9.6)$$

Известно, что функциональное уравнение (5) в классе монотонных функций, определенных при положительных значениях аргумента, имеет единое непрерывное решение [8]:

$$H(X) = K \ln N,$$

где K – константа, а в нашем случае $K > 0$ (в физике K – постоянная Больцмана).

Если положить $K = 1 / \ln 2$, то получим

$$H(X) = \ln(N) / \ln 2 = \log_2 N = -\log_2(1/N) = -\log_2 P,$$

где P – вероятность использования элементов, когда появление элементов равновероятно.

Роль энтропии в термодинамике огромна. Она помогает изучать физические и химические процессы, связанные с выделением, поглощением и передачей тепла. А поскольку без теплового обмена практически не обходится ни один из подобных процессов в природе и технике, то понятно и место энтропии в познании этих процессов. Еще одно важное свойство энтропии состоит в том, что, благодаря введению энтропии, все основные физические параметры исследуемых объектов (объем, давление, температура, свободная и связанная энергия) удалось связать между собой. Но процессы изменения, превращения и развития живой природы и ряда антропогенных объектов, к которым относятся и вычислительные средства, – это диалективные процессы, в их основе лежит как закономерность (запрограммированность), так и случайность (вероятность, энтропия, количество информации и т.д.). Энтропийность – это неотъемлемое качество всех живых организмов и растений, проявляющееся на уровне генов в виде мутаций и на уровне межклеточных связей, взаимодействия различных органов и функциональных частей организмов и растений. При этом мутация – недетерминированная, непредсказуемая энтропийная составляющая, которую заключает в себе ген мутации методом проб и ошибок или, возможно, другим способом позволяют находить наиболее соответствующий условиям (оптимальный) вариант развития. Чтобы обуздать энтропию, природа научилась копить информацию и вырабатывать правила формирования структур разнообразных систем и путем механизмов отбора обучать систему в направлении выживания. Те системы, которые недостаточно приспособлены к такому обучению, передаче наследственных признаков потомству и размножению, обречены на гибель. Известно, что наш мир гармоничен потому, что существующие в нем развивающиеся системы сами находят те соотношения детерминированного и случайного, которые обеспечивают им структурную целостность и изменчивость (стохастичность), необходимую для гибкого взаимодействия (адаптация) с переменной внешней средой. При этом важна закономерность, установленная физиком Леоном Бриллюэном, который показал, что количество накопленной и сохраняемой в структуре систем информации равно уменьшению их энтропии. Эта закономерность названа негэнтропийным

принципом информации. Данный принцип важен в связи с известной в эволюционном развитии моделью перевернутого конуса, определяющего развитие по расширяющейся спирали, объясняющей наблюдаемое усложнение организмов в процессе эволюции, а также накопление информации (негэнтропийный механизм) и уменьшение энтропии как необходимого условия перехода на следующий, более благоприятный для организма, виток спирали. Отсюда постоянное стремление организмов к усложнению и совершенствованию форм. Так, одноклеточные организмы выбрали самый нижний виток эволюционной спирали с самыми простейшими формами приспособления, а человек оказался на самом верхнем витке эволюционного развития с максимальным количеством информации и достаточной приспособляемостью. При этом достигнутая в результате эволюционного развития организмов гармония хранится в накопленной информации. Так, две молекулы ДНК могут иметь одинаковое количество энергии и значения энтропии, но могут отличаться своими свойствами. В живом организме молекулы ДНК программируют синтез белков. Благодаря этому все явления жизни определяются строением и свойствами информационных молекул. В связи с этим весьма интересна мера целесообразности управления, введенная А.А. Харкевичем [9]. Считается, что на основе некоторой информации, поступающей к системе, информации, природа которой нам безразлична, система принимает решение, изменяющее вероятность достижения цели. Гармоничность нашего мира может быть достигнута на основе сочетания детерминизма (запрограммируемости) и случайности, которую можно трактовать в ряде случаев как энтропию, рассматриваемую в данном случае как уровень адаптации к условиям существования за счет имеющегося в системе разнообразия. В работе [9] такого рода соотношение имеет вид

$$G = H / I,$$

где H – энтропия, I – информация правил.

Однако, учитывая роль смешанного экстремума в процессе эволюции [10], это соотношение целесообразно записать в виде

$$G(x, y) = \min_{x \in X} \max_{y \in Y} F(x, y) = \min_{x \in X} \max_{y \in Y} (H(x) / I(y))$$

где $H(x)$ – энтропия (уровень адаптации системы);

$I(y)$ – информация правил (детерминизм).

Отыскание смешанного экстремума может производиться методом проб и ошибок, называемым в биологии методом природы, а в технике – инженерным методом. Однако более эффективным будет использовать методы теории игр,

стохастические и другие методы. Учитывая то обстоятельство, что $G(x,y)$ выступает как многокритериальный критерий эффективности в области компромиссов, то вполне оправданно представлять множества X и Y как соответственно n и m -мерные векторы.

9.3. Эволюция растительного мира

Чарльз Дарвин установил, что движущейся силой эволюционного развития растений являются изменчивость, наследственность и естественный отбор, направление к лучшему приспособлению к внешним условиям существования. Одновременно с эволюционным развитием происходит изменение организации путем перераспределения между энтропией (стохастичностью) и информацией (детерминизмом) внутри вида растений. При этом главной морфофункциональной единицей растения является клетка. Приспособление растений к внешним условиям происходит на макро- и микроуровнях. В соответствии с этим различают микро- и макроэволюцию. Микроэволюция представляет собой совокупность эволюционных процессов в популяциях одного вида, которая приводит к смене генофонда популяции и, при определенных условиях, может привести к образованию новых видов. Биологический прогресс осуществляется путем изменения строения растений за счет процессов ароморфоза, идиоадаптации и общей деградации.

При этом ароморфоз приводит к значительному усложнению организации, что делает возможным освоение новых сред и формирование новых классов и типов, например, появление цветка у покрытосеменных растений – диадаптация – приспособление организма к конкретным условиям существования, при этом не изменяя уровня организации. Общая деградация – способ получения биологического прогресса путем упрощения строения организма.

Наиважнейшие ароморфозы в процессе эволюции растений и их роль в формировании растительного мира на Земле – это появление многоклеточных, дифференциация тканей, органов, образование цветка и плода (семян) у цветковых растений, что приводит к господству цветковых в растительном покрове Земли. Различают развитие растений на основе модификаций и мутаций. Модификационное развитие – это разнообразие фенотипов, которое возникает в организме под влиянием среды существования и не приводит к смене генотипа. В отличие от модификации, мутационное развитие приводит к стойкому изменению генотипа, затрагивает целые хромосомы, их части или отдельные гены. Основные виды растений – споровые, голосеменные и покрытосеменные (цветочные). При этом семенные более самостоятельны и более устойчивы к внешним условиям по сравнению со споровыми. У голосеменных растений впервые появилось семя, имеющее зародыши,

обеспеченные запасами питательных веществ, необходимых для развития растения, в связи с этим уменьшилась зависимость от влаги. Листья в виде хвои испаряют меньше влаги. Покрытосеменные растения, в свою очередь, за счет дальнейшего усложнения организации и появления цветка, развивающегося в плод, оказались наиболее приспособленными для большинства климатических зон Земли, что и способствовало их распространению. Этому способствовало также и то, что при изменении условий среды и функции легче всего применяются вегетативные органы растений и прежде всего листья. Именно вегетативные органы цветочных растений достигли наибольшей сложности и разнообразия. Однодольные цветочные имеют плод в виде зерна, ягоды, коробочки, а двудольные – это, прежде всего, деревья и травянистые. Отметим, что разница между травянистыми растениями, кустарниками и деревьями состоит в построении стебля. Известно, что травы являются наиболее приспособленными представителями растительности. Спелость их достигается очень быстро с наименьшей затратой материала на вегетативную структуру, у них наилучшие относительные показатели в отношении количества семян, объема отдельного растения и необходимого жизненного пространства, что обеспечивает более быструю эволюцию травянистых покрытосеменных, чем у древесных растений.

В свою очередь, появление семенных растений, изменение климатических и других условий привело к тому, что ряд первых древесных пород в настоящее время существуют как травянистые (плауны, папоротники, хвощи – многолетние травянистые растения). Рассмотрим хронологию появления растительного мира, появившегося в начале в водной среде, а потом переселившегося на сушу [11 – 13].

В протерозойской эре докембрийского периода (570 – 2700 млн. лет назад) в морях возникли сукариоты, которые делятся на царство растений, грибов и животных. Появились многоклеточные водоросли. В кембрийский период палеозойской эры (500 – 570 млн. лет назад) в морях возникли одно- и многоклеточные зеленые, бурые и красные водоросли. В конце силурийского периода палеозойской эры появилась первая растительность на суше, группа растений, называемая неманофитами, являющаяся промежуточным звеном между водорослями и сосудистыми растениями (более 2 м высоты и до 1 м диаметром).

В верхнесилурийский период палеозойской эры (405 – 440 млн. лет назад) появились сосудистые растения – псилофиты. Это были своеобразные споровые растения, имевшие вид невысоких кустарников без листьев (брахионоды, кораллы, строматопороиден, мшанки). В девонский период палеозойской эры (350 – 405 млн. лет назад) на суше из споровых появились первые сообщества из плаунов, хвоще- и папоротникоподобных, которые в настоящее время превратились в многолетние травы. В каменноугольный период

палеозойской эры (285 – 310 млн. лет назад) сравнительно однообразная, преимущественно псилофитовая флора, характерная для девона, сменилась более высокоорганизованными формами – крупными папоротниками, плауновыми и хвощевыми, достигавшими высоты 40 м., образовав густые труднопроходимые леса. Это была эра споровых влаголюбивых растений. В этот же период появились менее, по сравнению со своими предшественниками, влаголюбивые голосеменные растения, в том числе хвойные. Они не только рассеялись по поверхности суши, но и значительно вытеснили своих предшественников из зон, где они росли, что позволило голосеменным растениям занять большую часть суши. В этот период концентрация кислорода в атмосфере достигла, примерно, современного уровня. Однако в середине мезозойской эры это господство голосеменных было нарушено покрытосеменными растениями, которые появились в меловой период мезозойской эры (70 – 137 млн. лет назад). Это было связано с тем, что покрытосеменные растения явились еще более организованными и способными обитать в более разнообразных и менее благоприятных условиях, чем их предшественники. В результате в кайпозойскую эру (1,5-70 млн. лет назад) покрытосеменные растения превратились в господствующую группу растений. При этом многие представители споровых и голосеменных растений вымерли, а оставшиеся растения этих видов продолжали развиваться, образуя различные новые виды. С точки зрения биосферы, большой интерес представляет возможная направленность эволюции покрытосеменных [12]. Многие исследователи, включая академика А.Л. Тахтаджана, процесс развития трав из древесных растений представляют следующим: деревья – кустарники – полукустарники – многолетние травы – однолетние травы. При этом бурная эволюция трав началась лишь во второй половине палеогенового периода. Известно, что жизнь возникла в водоемах. Однако некоторые группы организмов из земного существования перешли к водному способу жизни. Так, из покрытосеменных растений перешли кувшинки, водяные лилии и другие виды растений. При этом их вегетативные органы (корень, стебли) находятся в воде, однако цветение и образование плодов происходит над поверхностью воды.

9.4. Сопоставление эволюционных процессов растительного мира и вычислительных средств

На первый взгляд, это сопоставление кажется не совсем естественным. Но исходя из того, что уже отмечалось во введении, законы эволюционного развития в природе имеют всеобщий характер с конкретизацией для каждой предметной области исследования. Эти законы свойственны не только развитию живой материи, но, как отмечал [1] профессор Иенского института

молекулярной биотехнологии Питер Шустер, воззрения эволюционной теории «могут быть перенесены на многие антропогенные объекты, включая компьютеры».

Из рассмотренного материала второго раздела видно, что как растения, так и средства вычислительной техники, и не только они, подчиняются негэнтропийному принципу информации Леона Бриллюэна, из которого следует развитие систем в направлении увеличения сложности, организованности и приспособляемости к внешним условиям существования.

Кроме того, как было показано в разделе три, основные изменения строения растений происходят путем ароморфоза, идиоадаптации и общей дегенерации. Причем главенствующую роль в биологическом процессе играет ароморфоз. В вычислительной технике ароморфоз может характеризоваться следующими основными показателями: степенью сложности, организованности и адаптации вычислительных средств. В свою очередь, степень сложности и организованности характеризуется уровнем производства вычислительной продукции, которая по классификации Флина характеризуется соотношением потока команд и данных ОКОД, ОКМД, МКОД и МКМД). К этому может быть добавлен еще один таксон предложений Е.И. Брюховича – ЭВМ в прогнозной форме (с научной организацией труда) [13]. Адаптация вычислительных средств также связана со сложностью, организацией и архитектурой, т.е. для повышения уровня адаптации требуются гибкая структура, архитектура, а также присутствие процесса обучения. Эти свойства вычислительных средств обеспечивают изменчивость, которая является одной из движущих сил эволюционного развития. Процесс общей дегенерации также происходит в вычислительной технике, примерами которой может служить появление в свое время мини-ЭВМ и RISC – архитектур процессоров. Эти процессы, с одной стороны, происходят под влиянием прогресса технологии изготовления элементной базы, а, с другой стороны, под влиянием внешней среды (решаемых задач, режимов использования машинного времени, технико-экономических факторов и т.д.).

Под воздействием внешних факторов в вычислительной технике происходят также идентичные процессы, соответствующие идиоадаптации, модификации, микро- и макроэволюции, и т.д. В этой связи происходит смена поколений вычислительных средств на основе развития их элементной базы, в широком понимании этого термина, так и решаемых ими задач.

В результате конкурентной борьбы в процессе эволюции растительного мира происходит захват определенных территорий конкретными видами растений. В вычислительной технике этот процесс также наблюдается, только вместо территорий выступают классы решаемых задач, а конкурентная борьба ведется на рынках вычислительной техники и во многом определяется технико-экономическими показателями и возможностями технологий и предприятий,

являющихся изготовителями вычислительной техники. Помимо этого, в последнее время к данным процессам подключились возможности телекоммуникаций и сетевого взаимодействия вычислительных средств. В свою очередь, сетевое взаимодействие в какой-то мере соответствует в живой природе биоценозу – совокупности растений и животных, населяющих участок среды обитания с более или менее однородными условиями жизни.

Как уже отмечалось выше, передача наследственных свойств, отбор и размножение, что присуще живой природе, в вычислительной технике осуществляется человеком, а также созданные им автоматические и автоматизированные производства.

Необходимо отметить следующие сопоставления растительного и компьютерного миров: деревья соответствуют крупным (на данный период времени) вычислительным средствам, кустарник – малым или средним, а трава – мобильным. При этом на предыдущих этапах развития ЭВМ различались большие, средние и малые ЭВМ, а на современном уровне средний класс ЭВМ практически исчез с появлением ПЭВМ и рабочих станций, зато выделился в самостоятельную индустрию класс мобильных процессоров, широко используемых на транспорте, мобильных средствах связи, и т.д.

Вышеприведенные доводы показывают, что вполне оправдано сопоставление эволюционных процессов, происходящих в растительном мире и развитии вычислительных средств. Для проведения такого сопоставления представим некоторые данные по эволюции вычислительных средств [14 – 18].

По мнению многих ученых, письменности, величайшему изобретению человечества, предшествовал счет [21].

Каждый зарождающийся класс вычислительных средств, как и в растительном мире, имеет своих предшественников на предыдущих этапах развития, но своего расцвета достигает позже. При этом часть предшественников "погибает", а другие сохраняются, но видоизменяются с учетом прогресса элементно-технологической базы и расширения выполняемых функций.

Так, счеты эволюционировали в арифмометр, арифмометр – в калькулятор (электронный), а электронные калькуляторы, мало того, что расширили выполняемые функции, но в неявном виде "присутствуют" в любой ЭВМ.

Развитие числовых представлений, по мнению Б.А. Фролова [20], относится к палеолиту. Еще в глубокой древности, когда человечество только училось считать, оно начало использовать в качестве "вычислительных средств" подручные предметы типа камушков, бусинок (калькули), пальцев рук и ног и т.д. В дальнейшем бусинки нанизывались на "нити", образуя своеобразные счеты.

Одним из первых известных счетных инструментов был абак, которым пользовались люди еще 5000 лет назад [18].

В 1617 году Джон Непер (Шотландия) описал "палочки" ("косточки") для быстрого умножения чисел.

В 1642 году Блез Паскаль (Франция), Г.В. Лейбниц (Германия) в 1763 году, П.Л. Чебышев (Россия) в 1878 году создали свои модели механических счетных приборов – арифмометров, способных выполнять арифметические действия.

В 1601 году Д. Жоккард (Франция) впервые использовал принцип программного управления с помощью перфокарт.

В 1823 году Чарльз Беббидж (Англия) разработал проект Разностной машины, а в 1833 – 1871 годах – Аналитической машины, являющейся прообразом современных ЭВМ. Аналитическая машина с программным управлением должна была выполнять арифметические операции с 50-разрядными десятичными числами. В основном эти машины должны считать таблицы элементарных функций.

В 1886 году Холлерит изобрел Перфокарточную систему (компьютер, использующий электрические сигналы).

В 1930 году Буш изобрел Разностный анализатор – аналоговое вычислительное устройство для решения дифференциальных уравнений.

В 1943 году Блетчли и Тьюринг строят электромеханическую машину Colossus-1.

В 1943 – 1944 годах Говард Айкен (IBM и Гавардский университет) создают электромеханический компьютер MARK-1 на электро-магнитных реле.

В 1943 – 1946 годах Д.П. Эккертом и Д.У. Маукли в Пенсильванском университете была создана первая электронная вычислительная машина ENIAC, она содержала 18 тыс. электронных ламп и 1,5 тыс. электро-магнитных реле, занимая специально построенное большое помещение.

В 1947 году под руководством фон Неймана была создана ЭВМ EDVAC, которая стала поворотным пунктом в конструировании компьютеров.

В 1947 – 1948 годах Вильям Шокли из Bell Telephone Laboratories изобрели транзистор, который стал основой для компьютеров второго поколения.

В 1949 году в Кембриджском университете было использовано программное нововведение – операционная система.

В 1950 году в Институте электротехники под руководством академика С.А. Лебедева была построена ЭВМ МЭСМ на лампах.

В 1954 – 1957 годах фирмой NCR создан первый компьютер на транзисторах NCR 304.

В 1960 году фирмой DEC разработан первый мини-компьютер PDP8.

В 1963 году появляются первые интегральные схемы.

В 1965 году начался выпуск машин третьего поколения IBM System /360, а в 1970 году – IBM S/370.

В 1971 году фирмой Intel разработана принципиальная разработка в микроэлектронике – микропроцессор.

В 1972 году фирмой Intel выпускаются первые БИС.

В 1973 году появляются компьютеры четвертого поколения.

В 1976 году начат выпуск одноплатных микро-ЭВМ, и фирма Cray Research (США) создала супер ЭВМ CRAY-1.

В 1980 году выпускают первые персональные компьютеры IBM PC.

В 1983 году выпускают IBM PC XT.

В 1984 году выпускают IBM PC AT.

В 1987 году выпускают ПЭВМ второго поколения.

В 1991 году в Японии, США, Европе созданы подсистемы машин пятого поколения.

Важную роль в использовании вычислительных средств сыграли вычислительные сети, которые рядом исследователей рассматриваются как системы распределенной обработки информации.

Хотя одна из первых коммерческих вычислительных сетей вступила в строй в 1969 году (сеть ARPA, спроектированная агентством перспективных исследовательских работ, объединила университеты и исследовательские организации), но настоящий расцвет вычислительных сетей начался с появлением мини- ЭВМ и ПЭВМ, а также современных средств коммуникаций (оптоволоконных линий, космической связи и т.д.). Если первые вычислительные сети в основном использовали коммутацию каналов, то дальнейшая их эволюция привела к коммутации сообщений и коммутации пакетов. Последние заняли доминирующее положение в мире.

Примером такой эволюции могут служить сети фирмы DEC, основного производителя мини- ЭВМ в конце семидесятых годов прошлого столетия [14, 15].

Так, в сети DEC net I (1976 г.) преобладала коммутация каналов, в сети DEC net II (1978 г.) – коммутация каналов и сообщений, а в сети DEC net III (1980) – коммутация пакетов.

Ознакомиться с вычислительными системами параллельного действия можно в работах [14 – 16].

В таблице приведено сопоставление эволюционных процессов растительного мира и вычислительных средств.

Таблица 9.1

Периоды развития	Растительный мир	Уровень сложности и организации	Приспособляемость	Вычислительные средства			
				Вид счетных устройств	Архитектура	Элементная база	Уровень решаемых задач
Предшествующий	Водоросли зеленые, бурые, красные	Очень низкий	Ограниченная	Подручные предметы, счеты, калькули, абак, палочки Непера	Отсутствует	Отсутствует	Простейшие арифметические операции
Становление	Переходные формы наземной растительности – нематофиты, псилофиты	Низкий	Сильно ограниченная	Механические счетные устройства	Отсутствует	Отсутствует	Арифметические операции и функции
Начальное развитие	Споровые растения, плауко-, хвоще- и папоротникоподобные	Средний	Средняя	ЭВМ	ОКОД	Электро-механическая, релейная, ламповая	Простые
Дальнейшее развитие	Голосеменные, включая хвойные	Достаточно высокий	Достаточно высокая	Многопроцессорные системы	ОКМД, МКОД, включая ОКОД	Транзисторы, интегральные схемы	Сложные
Расцвет	Покрыто-семенные	Высокий	Высокая	Сетевое взаимодействие, массовый параллелизм, нейроконтроллеры и т.д.	МКМД, включая все предыдущие формы, а также ЭВМ в прогнозной форме	СБИС, молекулярная, оптическая, квантово-механическая, биологическая и т.д.	Очень сложные, включая работу с образами, сигналами, знаниями и т.д.

Классификацию Флина, используемую в таблице сопоставления растительного мира и вычислительных средств, можно найти в работе [15], где ОКОД – однопроцессорная система, ОКМД – параллельный и/или ассоциативный процессор, МКМД – процессор прямопоточной обработки (конвейерная система), МКМД – многопроцессорная или многомашинная система, включая системы с массовым параллелизмом. Так, например, система IBM 360 – ОКОД, ILLIAC IV – ОКМД, CDC STAR 100 – МКОД, UNIVAC 1108 – МКМД. Хотя классификация Флина весьма обща, но она наиболее соответствует эволюции материального производства.

Как видно из данного сопоставления, имеет место полная идентичность этих процессов по форме и последовательности.

Современные вычислительные системы и особенно будущие будут смешанной архитектуры [10], где основное ядро будет, в основном, типа МКМД, но наряду с этим, периферийные процессоры могут быть любой организации ОКОД, ОКМД, МКОД и даже МКМД – для работы с образами и знаниями. Однако баланс таких систем должен быть подчинен смешанному экстремуму [10].

Хотелось бы остановиться еще на одном моменте. В работах [3, 10] автор этой статьи подчеркивал, что освоение информации и знаний человеком и компьютером происходит в соответствии с обобщенным законом зеркальной симметрии, а в настоящей статье утверждается, что имеется идентичность законов эволюции растительного мира и вычислительных средств.

На самом деле никакого противоречия нет, о чем свидетельствует столбец "уровень решаемых задач". Из этого столбца видно, что эволюция вычислительных средств начинается с простых вычислений, а кончается распознаванием образов, сигналов и работой со знаниями, то у человека все наоборот. А прямое соответствие эволюции вычислительных средств и растительного мира в основном касается сложности, организованности и адаптивности, хотя имеются, естественно, и более глубокие закономерности. Но это уже работа для "узких" специалистов.

Выводы

Таким образом, эволюция растительного мира и вычислительных средств шла в направлении отбора более совершенных, высокоорганизованных групп растений (классов ЭВМ), способных к жизни в более разнообразных условиях (решение разнообразных задач), потребляющих меньшее количество энергии (использующих более совершенную элементно-технологическую базу), выдерживающих конкуренцию со стороны других видов растений (ЭВМ) и более коммуникабельных и способных к размножению (более технологичных).

Такая идентичность эволюционных процессов позволяет более надежно строить прогнозы развития вычислительных средств на макроуровне.

Так, подобно тому, как это происходит в растительном мире, в процессе длительного развития и изменения экосистемы количество видов вычислительных средств возрастает, образуя системы, сложность и экономичность которых также возрастает. При этом увеличивается не только разнообразие вычислительных средств, но и связей между ними, сохраняя хорошо зарекомендовавшие виды этих средств.

Подобно биоценозу в живой природе, в вычислительной технике будут образовываться комплексы между суперперсональными и мобильными системами. Причем роль мобильных систем резко возрастает, и будет постоянно происходить перераспределение выполняемых функций между этими системами в направлении мобильных систем.

Таким образом, сопоставление, проведенное в данной работе, полностью соответствует учению В.И. Вернадского о ноосфере, который выявил единство всех эволюционных процессов, происходящих на Земле, положениям профессора Иенского института молекулярной биотехнологии Питера Шустера о переносе эволюционной теории на многие энтропийные объекты, включая компьютеры [1], фундаментальным ступеням познания окружающего мира, предложенным академиком Н.Н. Моисеевым [21], и негэнтропийному принципу информации, установленному Л.Бриллюэном [22].

Проведенное в статье сопоставление эволюционного развития растительного мира и вычислительных средств показало их полную идентичность по форме с учетом их индивидуальных особенностей исследуемых областей и исторического развития. Это еще раз подтвердило правильность высказывания великого мыслителя И.В. Гёте: «История науки и есть сама наука».

Список литературы

1. *Colin Biologist posits artificially alive theory. Electronic Engineering Times // Computer week.* – 1995. – N 36. – С. 42 – 44.
2. *Брюхович Е.И.* К вопросу об информатизации общества // Математические машины и системы. – 2000. – № 2, 3. – С. 194 – 209.
3. *Теслер Г.С.* Перспективы развития вычислительных средств с сетевым взаимодействием // Математические машины и системы. – 2001. – № 1, 2. – С. 3 – 11.
4. *Болонкин А.* Постчеловеческая цивилизация // Энергия разума. – 2000. – № 1. – С. 2 – 7.
5. *Комаров В.* Диалоги с космосом // Если. – 1998. – № 1. – С. 213 – 220.
6. *Эшби У.Р.* Введение в кибернетику: Пер. с англ. – М.: Иностранная литература, 1959. – 432 с.
7. *Шилейко А.В., Кочнев В.Ф., Химушкин Ф.Ф.* Введение в информационную теорию систем. – М.: Радио и связь, 1985. – 280 с.
8. *Бродский Я.С., Слипченко А.К.* Функциональные уравнения. – Киев: Вища школа, 1983. – 96 с.
9. *Седов Е.А.* Одна формула и весь мир. Книга об энтропии. – М.: Знание, 1982. – 176 с.

10. *Теслер Г.С.* Принципы смешанного экстремума как основа эволюционного развития вычислительных средств // Математические машины и системы. – 2002. – № 1. – С. 3 – 13.
11. *Біологія* / Авт. М. Кучеренко, П.Г. Балан, Ю.Г. Вервес та ін. – К.: Либідь, 1994. – 336 с.
12. *Корчагіна В.О.* Біологія: рослини, бактерії, гриби, лишайники. – К.: Либідь 1992. – 256 с.
13. *Верзилин Н.Н., Верзилин Н.М.* Биосфера, ее настоящее, прошлое и будущее. – М.: Просвещение, 1976. – 223 с.
14. *Хокни Р., Джесссхоун К.* Параллельные ЭВМ: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986. – 392 с.
15. *Тербер К. Дж.* Архитектура высокопроизводительных вычислительных систем. Пер. с англ. – М.: Наука, 1985. – 272 с.
16. *Ларионов А.М., Майоров С.А., Новиков Г.И.* Вычислительные комплексы, системы и сети. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1987. – 288 с.
17. *Стройк Д.А.* Краткий очерк истории математики: Пер. с немецкого. – М.: Наука, 1984. – 284 с.
18. *Голишев Л.К.* Електронні цифрові обчислювальні машини. – Київ: Вища школа, 1973. – 380 с.
19. *Сименс ДЖ.* ЭВМ пятого поколения: компьютеры 90-х годов: Пер. с англ. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 173 с.
20. *Фролов Б.А.* Применение счета в палеолите и вопрос об истоках математики // Изв. АН СССР, сер. общ. наук. – 1965. – № 9. – Вып. 3.
21. *Моисеев Н.Н.* Алгоритмы развития. – М.: Наука, 1987. – 303 с.
22. *Бриллюэн Л.* Наука и теория информации. – М.: Физматгиз, 1960. – 392 с.