

В.А. Геодакян

ДИХРОННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ (ЭНТРОПИЯ, ИНФОРМАЦИЯ, ДВУХФАЗНЫЕ МОЛЕКУЛЫ И МЕТИЛИРОВАНИЕ)

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, Россия

ДИХРОННАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ (ЭНТРОПИЯ, ИНФОРМАЦИЯ, ДВУХФАЗНЫЕ МОЛЕКУЛЫ И МЕТИЛИРОВАНИЕ)

В.А. Геодакян

Живые системы возникли в водной среде из простых неживых молекул, поведение которых термодинамика объясняет просто. В этом плане они открытые рабочие системы, в которых работают разные виды энергии: механическая электрическая, химическая, тепловая и главное, информация. Ранее было показано, что ни одна из видов энергии не может описать работу информации, и предложено ввести для неё новую строку с обобщенными факторами: зарядом, потенциалом, работой информации и четко различать их друг от друга. Тогда энтропия – мера упорядоченности, а информация мера – организации, – это разные понятия. В отличие от энтропии и упорядоченности, информация и организация тесно связаны с целью системы. Отношение информации к энтропии аналогично отношению к ней других зарядов ценных видов энергии (механической, электрической). Тогда знания можно трактовать как заряд, сознание как сопряженный с ними потенциал, а осознание (понимание) как работу интеллекта. В филогенезе информационный потенциал популяций (молекул, клеток, организмов) растет. В онтогенезе – падает. Предложена новая концепция роли энтропии в важных информационных молекулах живых систем как “шкалы времени, носителя, ячеек, матриц”, упорядочивающих организацию текстов природы и культуры. Она объясняет с единой позиции многие эволюционные загадки современной генетики. Как старые: пола, хромосом, гормонов, реципрокных эффектов, гетерозиса, доминантности, так и новые: метилирования, эпигенетики, геномного импринтинга и др.

“Познание – поиск аналогий”

Людвиг Больцман

Введение. С легкой руки Френсиса Бэкона индуктивное развитие наук привело к феномену “Вавилонской башни”. Непонимание возникло не только между науками, но и внутри наук и в методологии. Знаменитый американский физик-теоретик Фримен Дайсон пишет, что главное отличие между учеными не в том, что один физик другой биолог, а в том, что один – диверсификатор, ищет разницу между близкими вещами, усложняя

мир, другой – унификатор – ищет общее между разными вещами, упрощая мир. Дивергенция понятий, терминов, журналов и пр., усложнив мир, привела фактически к изоляции наук. Унификация особенно нужна общим для всех наук методологии и “языкам” (математике, кибернетике, теории систем и информации).

После открытия промежуточных стадий в дивергентной эволюции ДНК и белков из РНК: белковоподобных

РНК и РНКподобных белков, много пишут о мире РНК и ДНК – это правильно, но половина дела. В 3-х мерном Мире должно быть по размерности 4 мира: точек, линий, плоскостей, объемов. В первом одна буква – нет текста. Можно записать только числовой ряд. В последнем – три координаты пространства x , y , z и время T для процессов, он очень сложен, теряется наглядность. Поэтому ограничусь пока линейными и плоскостными формами записи, хотя все, что будет сказано, справедливо и для объемных систем.

В статье сделана попытка, показать.

1. Что бинарно-сопряженные дифференциации, состоящие из консервативной и оперативной подсистем (БСД=КП+ОП) – неперенный атрибут **всех** живых систем, в том числе и многих, кажущихся унитарными (например, мономодальных популяций бесполой и гермафродитных форм, ковалентных молекул главных информационных живых систем: линейных (РНК, белки) плоскостных (нуклеотиды, многие гормоны). 2. Внести ясность в понятия энтропии (S) и информации (I), рассматривая их тоже как БСД; в которой S – КП, I – ОП. 3. Предложить новую концептуальную модель общего строения РНК, ДНК, белков, состоящих из, соответственно, 2, 4, 2, виртуальных, функционально разных S- и I-нитей с предсказуемой эволюцией. 4. Обсудить гипотезу о роли $СН_3$ группы как элементарного диморфизма при образовании молекулярных БСД и показать несколько примеров плоских молекул.

1. Живые системы возникли от неживых, поэтому при поисках

рациональных способов описания было целесообразно сначала обсудить их отношение к методам описания неживых. Это касается, прежде всего, такого универсального обобщения естествознания, как **термодинамика**. Она началась с удивительной работы поручика французского флота, Сади Карно 1824 г, открывшего фактически второй закон термодинамики, задолго до первого (~1850 г), в рамках ошибочной теории теплорода. Лишь в 1878 г была опубликована его статья, где он отказался от ошибки и дал, правильный механический эквивалент теплоты (Планк, 1938). В 1865 г. Клаузиус, спасая идею Карно, дал теплоте новую трактовку и ввел понятие **энтропии**. Но сделал это так неудачно, что термодинамика стала теорией равновесия. Вклад корифеев науки Максвелла – кинетическая теория газов, использование “демона” (1871), Гиббса – понятие химического потенциала (1875), Гельмгольца – электрического (1885), Больцмана – связь энтропии и вероятности (1877,1896), Планка – связь энтропии, излучения и идеи квантов (1900), теорема Нернста (1906), сделали теорию неприкасаемой. В этой блестящей плеяде я бы выделил удивительную роль Макса Планка, который после почти всех открытий, нанося последний штрих, придавал им завершённую форму. Это трактовки: константы Больцмана, законов Стефана-Вина, теоремы Нернста, введение нулевой энтропии и формулировка 3-го закона термодинамики. Видимо, это были годы, когда, по его словам, 5 лет мучительно привыкал к своей идее квантов.

Связь энтропии и информации открыл Сцилард (1929), а теория информации Шеннона – появилась в 1949 г. Её пытались применить для описания и понимания биологических явлений и, прежде всего филогенеза и онтогенеза. В этом вопросе до сих пор нет ясности, наоборот, много путаницы и непонимания. Особенно в трактовке энтропии и информации.

2. В те же годы в тех же странах происходили важнейшие события биологии. Приведу некоторые вехи (многие из них в этом году юбилейные) и этапы. В 1809 г вышла книга Жана Батиста Ламарка “Философия зоологии” и родился Чарльз Спенсер Дарвин (200 лет). А в 1859 г. вышла его книги “Происхождение видов”. (150 лет). 1865 г. появилась теория Грегора Менделя, и 35 лет полного непонимания и забвения. Драматизм в том, что у Дарвина была книга со ссылками на работы Менделя, которую он рекомендовал другим, но сам не удосужился вникнуть и прошел мимо. Иначе Мендель успел бы получить признание при жизни, а Дарвин не имел бы “кошмара” Дженкина. Который доказал, что по модели “смешения крови” (как считал Дарвин) отбор не может работать. И Дарвин это понимал. В 1900 г. независимо друг от друга, открыли законы Менделя де Фриз, Корренс, Чермак. В 1909 г. Иогансен ввёл термины ген, фен, генотип, фенотип и родился выдающийся биолог-теоретик А.А. Малиновский (100 лет). В 1926 г. появилась замечательная статья С.С. Четверикова по формализации дарвинизма и менделизма, способствующая их сближению. В

1930 г. в Оксфорде вышла книга крупного английского математика Р. Фишера “Генетическая теория естественного отбора” (Fisher, 1930), значение которой, трудно переоценить. 1. Она избавила дарвинизм от “кошмара Дженкина”. 2. Показала, что Мендель мог бы открыть свои главные законы чисто логически, без экспериментов. 3. Что биологи не используют логических методов, дающих огромные преимущества. Дарвинизм получил от генетики большую поддержку, и над ними было чистое небо. Но в 1940 г. появилась первая туча второго “кошмара”, общего для дарвинизма-менделизма – эволюционной теории пола. Известный американский генетик Барбара Мак-Клинток (1902-1992) открыла на кукурузе загадку “прыгающих генов”. В 1950 и 1951 гг написала обстоятельные статьи в солидных журналах. Но учёный мир долго игнорировал и не замечал её открытия. Обиделась и не публиковалась 15 лет! Лишь в 80-х гг, когда её данные получили подтверждения и загадка стала модной, она получила Нобелевскую премию в 1983 г. Но до сих пор, никто не может убедительно объяснить эволюционный смысл, логику, цель, адаптивность явления: куда и зачем прыгают гены? Самый простой ответ был предложен в теории “номадических генов”. Поскольку по эволюционной теории половых хромосом Y-хромосомы - “роддом”, “карантин”, “крематорий” и “салон омоложения” генов. Но генов в нём (у человека) ~ 1%, а их основная масса ~ 95% “живет” и работает в аутосомах (AA). Значит, молодые гены должны, как-то добираться туда, а старые,

отработавшие, вернуться оттуда. А X-хромосомы (~ по 3%), согласно теории, транспортные (отцовская – “детская коляска”, а материнская – “катафалк”). Поэтому гены и прыгают вдоль хромосом от “посадочной полосы” до “взлётной” по теломерным концам каждой хромосомы. От Y-хр в X-хр они переходят неравным кроссинговером (Y→X в 4 раза чаще, чем Y←X!), а от X-хр на AA и обратно трансдукцией, или другим механизмом (Геодакян, 1998, 2000).

Следующим важным событием было в 50-ые гг, физика Ф. Крика и биолога Дж. Уотсона открытие структуры ДНК, которое привело к возникновению новой ветви биологии – молекулярной, с привлечением многих талантливых представителей точных наук. В результате современная биология состоит из трех ветвей: классической, медицинской и молекулярной, с почти одинаковым набором дисциплин (всего ~ 120-150). Однако, вернёмся в физику.

3. В плане термодинамики, живые системы – открытые рабочие системы. В отличие от физико-химических, рабочие взаимоотношения, которых со средой полностью описываются процессами передачи вещества и различных видов энергии, в “работе” живых систем главную роль играет информация. Например, в процессах филогенеза, онтогенеза, репродукции, обучения и т.д. доминирующей является именно информация. Теория Шеннона определяет количество информации как меру той неопределенности данной ситуации, которая исчезает после получения сообщения, т.е. чем меньше априорная вероятность факта, о котором

сообщение, тем больше информации в нем. В более широком смысле под информацией подразумеваются свойства процессов, дополняющие их энергетические и массовые характеристики.

Теория игнорировала как смысл информации, так и ценность для получателя, хотя идея определять ценность информации через приращение вероятности достижения цели, была предложена (Харкевич, 1965).

Для количественного описания состояния системы и процессов, идущих в ней, в термодинамике применяются специальные физические параметры, которые называются обобщенными **зарядами**, или факторами **экстенсивности** (E). К ним относятся: масса, объем, энтропия, электрический заряд и др. Внутренняя энергия системы, как известно, определяется совокупностью этих обобщенных зарядов:

$$U = f(E_1, E_2, E_3, \dots E_n)$$

Она является функцией состояния, ее изменение можно представить в виде соответствующего полного дифференциала (де Бур, 1962):

$$dU = P_1 dE_1 + P_2 dE_2 + \dots P_n dE_n,$$

где коэффициенты P – это частные дифференциалы от U по всем E. Они называются обобщенными **потенциалами**, или факторами **интенсивности**. Это те силы, которые вызывают перенос соответствующих зарядов и производят полезную работу. Каждому виду заряда соответствует свой, сопряженный с ним потенциал. Добавление в систему того или другого заряда повышает сопряженный с ним потенциал. Так, увеличение массы воды в верхнем резервуаре

повышает гидравлическое давление, приращение объемного заряда повышает давление газа, теплового заряда – температуру, электрического заряда – электрический потенциал и т.д. Изолированная от среды система не может совершить никакой работы. Необходим контакт со средой в виде соответствующего канала связи. Каждой форме контакта со средой

отвечает пара сопряженных факторов экстенсивности и интенсивности. Произведение обобщенного потенциала на изменение обобщенного заряда имеет размерность работы и называется обобщенной работой $P \cdot dE = dA$. Каждой паре сопряженных зарядов и потенциалов соответствует особого рода работа (табл. 1).

Табл. 1. Структура термодинамических рабочих систем.

Заряд, E	потенциал, P	уравнение, $P \cdot dE = A$	работа, A
Масса воды, m	разность уровней, H	$H \cdot dm = A$	гидравлическая
Объем газа, v	давление газа, P	$P \cdot dv = A$	расширения газа
Электрич. заряд, q	электрич. потенциал, U	$U \cdot dq = A$	электрическая
Масса, m	химический потенциал, μ	$\mu \cdot dm = A$	химическая
Энтропия, S	температура, T	$T \cdot dS = A$	тепловая

Таким образом, обобщенные заряды являются теми рабочими субстратами, поток которых производит работу. В отличие от обобщенных зарядов, которые зависят от размеров системы, обобщенные потенциалы от размеров не зависят. Поэтому при объединении двух систем заряды ведут себя аддитивно, складываются: $E = E_1 + E_2$, а потенциалы усредняются: $P = (P_1 E_1 + P_2 E_2) / (E_1 + E_2)$. Это может служить критерием правильного выбора сопряженных пар.

4. В 1959 г. (в 100 летний юбилей дарвинизма) я понял, что биологи не могут объяснить, для чего существует два пола, и предложил эволюционную теорию пола (ЭТП), согласно которой раздельнополость (РП) отнюдь не лучший способ размножения (он у гермафродитов – дождевых червей, улиток), а безопасный способ эволюции. Два пола – специализация по главным неперенным аспектам эволюции: **сохранения** и **изменения**.

Нет сохранения – нет жизни, нет изменения – нет эволюции, а жизнь до первого ледникового периода. И то, и другое – конец, но второе с отсрочкой.

Женский пол – консервативная подсистема (КП), мужской – оперативная (ОП). Такая дифференциация повышает устойчивость системы. Она достигается **дихронной** эволюцией: сначала мужской пол, потом женский, что позволяет каждый новый ген проверять на мужчинах. В этом адаптивный смысл дифференциации полов. Стало ясно, что **дихронная** эволюция полов главный камень преткновения дарвинизма-менделизма. Сохранение этого фундамента биологии требует простую смену парадигмы синхронной эволюции на дихронную!

Этот кризис в дарвинизме начался раньше, чем в менделизме. Все трудности Дарвина были связаны с половым диморфизмом.

Идея дихронизма оказалась очень плодотворной, но биологические журналы не публиковали. Удалось опубликовать только у математиков (Геодакян, 1965). Через год обобщил и применил идею к пяти уровням генетических бинарно-сопряженных дифференциаций. В популяции – два пола: женский+мужской, в организме – два вида клеток: гаметы+соматические, в клетке – ядро+цитоплазма, в ядре – аутосомы+гоносомы (половые хромосомы), в нуклеопротеиде (ген, вирус) – ДНК+белки. Сопоставив, неживые и живые рабочие системы, предложил общую трактовку БСД как **аналогов** термодинамических обобщенных зарядов–потенциалов, произведение которых дает работу. В приведенных парах первые, КП (женский пол, гаметы, ядро, аутосомы, ДНК) аналоги обобщенных зарядов. Вторые, ОП (мужской пол, сома, цитоплазма, гоносомы, белки) – потенциалов. Легко убедиться, что они изоморфны зарядам-потенциалам. Например, если объединить два стада крупного рогатого скота, число телят, пропорциональное числу коров, складывается, а их качество, определяемое быком, если в одном стаде бык элитный, в другом нет, усреднится. Позже в эту схему были включены гормоны, гонады, симметрия организмов, мозга, тела, гетеро–гомо сексуальная ориентация, социальные и др. системы.

В начале я считал, что БСД возникли в филогенезе с появлением раздельнополости, т.е. БСД ровесники дифференциации полов. Позже понял, что они гораздо древнее – ровесники жизни. Ведь существует два вида разнообразия: дискретное (δ),

межмодальное, и непрерывное, дисперсия (σ), внутримодальное – неперенное условие абсолютно всех эволюционных систем. Это значит, что БСД должны быть уже у первых живых молекул! Было показано, что **все** БСД также адаптивны, т.к. повышают общую устойчивость системы (Геодакян, 1967–1972).

Экстраполируя КП и ОП в прошлое можно определить неизвестную **унитарную** систему (УС), от которой они произошли, и получить сопряжённую **триаду** (СТ). Ясно, что превращение $КП+ОП=БСД$, $БСД+УС=СТ$ укрупняет разряды информации и упрощает картину мира в два и три раза. Кроме того, это позволяет определить генеалогические древа систем. Например, то, что ДНК и белки произошли от РНК, индуктивная наука узнала только в середине 80-х, открыв переходные формы (рибэнзимы и антирибэнзимы). Там же (Геодакян, 1967) была приведена схема информационных связей $КП \leftrightarrow ОП \leftrightarrow среда$, т.е. $ДНК \leftrightarrow белок \leftrightarrow среда$, из которой вытекал еретический тогда вывод, что центральная догма молекулярной биологии (запрет на поток информации $белок \rightarrow ДНК$) не верна. От догмы отказались тихо, молча. Считаю – это не правильно. (В некрологе о почившей в бозе догме надо было указать год ввода и отмены, имя, титулы автора, может быть – список более удачных работ.)

Я писал (1967, 1970), что в попытках использовать теорию информации как инструмент надо помнить, что его нужно создавать и совершенствовать.

5. Действительно, что такое информация? Есть ли она у неживых

систем? Как она связана с энтропией, и какова их роль в живых системах? Есть ли разница между упорядоченностью и организацией? Как их мерить или хотя бы сравнить? У кого больше информации – у зиготы или организма, в генотипе или фенотипе? Как представить себе качество информации, смысл, ценность? Существует ли закон сохранения информации, наподобие других (массы, энергии, заряда)? Какова роль среды?

Одни считали, что информации больше в генотипе, так как из одного генотипа в разных средах получаются разные фенотипы, в результате реализации одной из многих возможностей генотипа (Медников, 1971; Шмальгаузен, 1968). Другие, наоборот, что фенотип взрослого организма, несет больше информации, так как включает полностью информацию генотипа плюс информацию от среды (Гамбург, 1972; Равен, 1964; Уоддингтон, 1970). Рассчитывали количество информации в зиготе или организме и серьезно толковали о вкладе информации, который вносят молекулы воды или мембраны (Сэтлоу, Поллард, 1964; Dancoff, Quastler, 1953; Elsasser, 1958). Такие расчеты количества информации были преждевременны и фактически бесполезны (Аптер, 1970; Геодакян, 1971). В лучшем случае речь могла идти только о верхних пределах, а это почти ничего не дает. Третьи - отождествляли понятия информации и энтропии считая, что вся разница между ними лишь в том, что они имеют разный знак и разную размерность (Бриллюэн, 1960; Шамбадаль, 1967). Такая трактовка,

сводящая понятие информации почти к синониму энтропии, в значительной мере лишена смысла. Конечно, любой процесс передачи информации сопровождается ростом энтропии, точно так же, как и любой процесс передачи электрических, механических (объёмных) или химических зарядов. Энтропия, будучи фактором экстенсивности “низкосортной” энергии (тепла), возникает при всех рабочих процессах, связанных с обесценением любого из перечисленных ценных видов потенциала.

Рассматривая информацию в качестве еще одного ценного потенциала наряду с другими (кроме температуры), отношения информации к энтропии мы также должны трактовать аналогично отношениям их зарядов к энтропии. Отождествление информации с энтропией равносильно отождествлению механических или электрических зарядов с энтропией. И то, и другое неправомерно. Повышение энтропии при передаче любых зарядов, аналогично плате за почтовую посылку, которая не зависит от природы содержимого (уголь, деньги, книги), а пропорционально весу.

Я считал, что эффективнее направить усилия на поиски качественных, концептуальных решений. Сравнивал положение дел в биологии с физикой начала XX в., когда были нужны не сложные расчеты квантовой механики атома (которые появились значительно позже), а первая качественная догадка Резерфорда о планетарном строении атома. Разные точки зрения, концепции, модели, которые можно

пробовать, сравнивать и выбирать. А для начала нужна непротиворечивая система понятий и связей, вероятности, энтропии, информации, позволяющая нарисовать картину в целом. Тогда же предложил новую, несколько иную, трактовку понятий энтропии, упорядоченности, информации, организации и их взаимосвязей, понятий количества и качества информации и др.

6. Происхождение живых систем от неживых, породило множество попыток найти общие принципы, лежащие в их основе. Особенно широкую дискуссию вызвало отношение живых систем ко второму закону термодинамики. Начиная с А. Бергсона, писавшего об “усилии жизни подняться по склону, по которому спускается вещество”, наметилась тенденция рассматривать энтропию и жизнь как взаимно противоположные понятия.

Можно показать, что в смысле энтропии, живые системы делают то же самое, что и холодильник: и те, и этот за счет поглощаемой энергии производят одновременно энтропию и негэнтропию, т.е. расщепляют некий средний уровень энтропии на более высокий и низкий. Первые, потребляя вещества и энергию пищи, производят потомство (более низкой энтропии) и выделения (высокой энтропии). Второй, потребляя энергию, производит лёд (низкая энтропия) и пар (высокая). Поэтому отношение к энтропии вряд ли может служить критерием отнесения системы к живым или неживым. Негэнтропия действительно является мерой порядка, но тогда максимумом упорядоченности (нуль энтропии)

обладает правильный кристалл простого вещества при абсолютном нуле температуры, а минимумом упорядоченности – газ при высокой температуре. И то, и другое непригодно для жизни. Значит, в энтропийной шкале живые системы не занимают крайнего положения, чего можно было ожидать, если бы энтропия действительно являлась определяющим фактором жизни. Негэнтропия – лишь мера упорядоченности, т.е. удаления от беспорядка, хаоса, а удаление от хаоса сначала может привести к жизни, а потом опять исключает возможность жизни.

7. Если сравнить зиготу с часами, которые после того, как их завели (вложили в пружину потенциальную энергию), работают до тех пор, пока не кончится завод, то можно сказать, что в зиготу вложен I-потенциал, который, разворачиваясь, как пружина часов, производит полезную работу против энтропийных сил среды, расходует при этом потенциал и, в конце концов, умирает.

Принципиальная разница в том, что в пружину мы вносим, сгусток энергии, которая работает сама, а в зиготу вложена информация (программа) о том, как совершать I-работу, извлекая энергию и вещество из среды. Конечно, неправ Шредингер, считая, что организм питается негэнтропией (Шредингер, 1947). Негэнтропия как таковая организму не нужна. В онтогенезе зиготе от среды нужны в первую очередь вещество и энергия, а информация у нее своя. Поэтому, если сохранить “энтропийный склон Бергсона”, то на его середине нужно возвести гору для

живых систем, и ориентировать их на её вершину. А диету Шредингера можно отменить, тогда все будет правильно.

Следовательно, под качеством информации мы понимаем эффективность, потенциальную работоспособность программы, записанной в системе (бактерия, зигота), под количеством информации – число копий данной программы, а под работой информации – реализацию программы, и в том числе производство копий этой программы. Порядка, неэнтропии явно больше на кладбище, а хаоса, энтропии и жизни – в бунтующей толпе

8. Наглядным примером, поясняющим разницу между упорядоченностью и организацией, могут служить регулярный рисунок обоев и картина художника. Упорядоченности больше в рисунке обоев, а организация выше у картины. Правильный рисунок обоев лишен смысла, а картина художника имеет определенный смысл (должна иметь, по крайней мере), преследует определенную цель – создавать то или иное впечатление, настроение вызывать определенные чувства, мысли т.д.

Рассмотрим еще работу автоматической камеры хранения, замок которой имеет четыре разряда по десятичной системе, т.е. 10^4 возможных чисел (от 0000 до 9999). Пока в замок двери не введена информация, все эти числа равнозначны. Среди них есть более упорядоченные: 0000, 1111, 1234, которые имеют простой алгоритм, их легко запомнить, поэтому умный вор начнет пробы с них, другие

неупорядочены, случайны, например 2837. Но, набрав такое число, вносим в замок информацию, какое из них открывает камеру. Хотя его трудно запомнить, но оно служит цели – “хранить чемодан”. Вот это не упорядоченное число и есть информация, ведущая к цели и её нужно считать организованным. Конечно, 0000 тоже может хранить чемодан, но явно хуже, чем 2837. И вообще без энтропийного ряда 10^4 ячеек, куда вносится информация, камера не могла бы работать.

Следовательно, информация (организация) – это особая последовательность, которая служит цели хранения данного чемодана. А энтропия (упорядоченность) – это простой порядок, необходимый во всех камерах, но не имеющий отношения к данному чемодану.

9. Ещё одно понятие, требующее унификации – внутренние и внешние степени свободы. В физике числом степеней свободы называется количество независимых переменных, которое должно быть задано для определения положения тела. У одного атома (точки) три степени свободы, поскольку любое движение точки в трехмерном пространстве можно описать как изменение трех ее координат. Если точку заставить двигаться только по плоскости (наложить один внешний запрет), то у нее останутся две степени свободы; а если ее заставить двигаться только по прямой (два внешних запрета), то у нее останется одна степень свободы. Добавив еще один запрет, мы лишим систему последней степени свободы.

Если два атома соединить в молекулу (налагается один внутренний

запрет), то для описания такой системы (жесткая гантелька) необходимо уже пять независимых параметров: три – для описания движения центра тяжести и два – для описания вращения вокруг, этого центра (вращение вокруг оси молекулы из-за малости момента количества движения вырождено).

О внутренних и внешних степенях свободы системы или о соответствующих запретах можно говорить и на уровне макроколичеств газа, жидкости или твердого тела. Например, то, что жидкость или твердое тело не может расширяться и занять весь объем сосуда, как это делает газ, или то, что кристалл не может принимать форму сосуда, как это делает жидкость, целиком определяется отсутствием у них соответствующих степеней свободы. А то, что одно и то же количество газа в разных сосудах имеет разные объемы и форму, определяется уже внешними запретами (сосудом) (рис. 1).

Следовательно, можно сказать, что система реализует все с учетом внутренних и внешних степеней свободы, т.е. из того, что она в состоянии делать, может делать только то, что позволяют ей условия среды. Иными словами, для реализации того или иного взаимодействия со средой необходимо наличие соответствующей пары степеней свободы.

Для макросистем (моль газа, тепловые, электрические и т.д.), мы должны ввести соответствующие этим формам движения степени свободы и запреты. Чтобы упростить картину, введем три новых понятия. Пространство способностей –

совокупность внутренних степеней свободы системы, образующих некое многомерное пространство. Это – перечень внутренних потенциальных программ системы, что система в состоянии делать, в принципе. Пространство возможностей – совокупность внешних степеней свободы, также образующих некое многомерное пространство. Это перечень того, что системе позволяют реализовать условия среды. Пространство реализаций – точки, принадлежащие одновременно обоим пространствам, образующие третье многомерное пространство характеризует поведение системы (рис.1).

Пространство способностей образует некую матрицу, которая будет заполнена, если позволят условия среды. Например, пустая таблица Менделеева (без вписанных элементов) представляет такую матрицу. В зависимости от конкретных условий среды, она будет заполнена в той или иной степени. Для нашей планеты она заполнена на 92 клетки, а на Солнце – меньше заполненных клеток. Вместе с тем не исключено, что во Вселенной существуют места с такими условиями, где матрица заполнена еще больше, чем у нас, и устойчивы трансурановые элементы. Эти представления легко и просто решают бесконечные споры о примате генотип-среда, адаптогенез-номогенез, аналогии-гомологии и др. Достаточно нарисовать частично перекрывающиеся пространства и все ответы будут на двух, возникших границах (Геодакян, 1970).

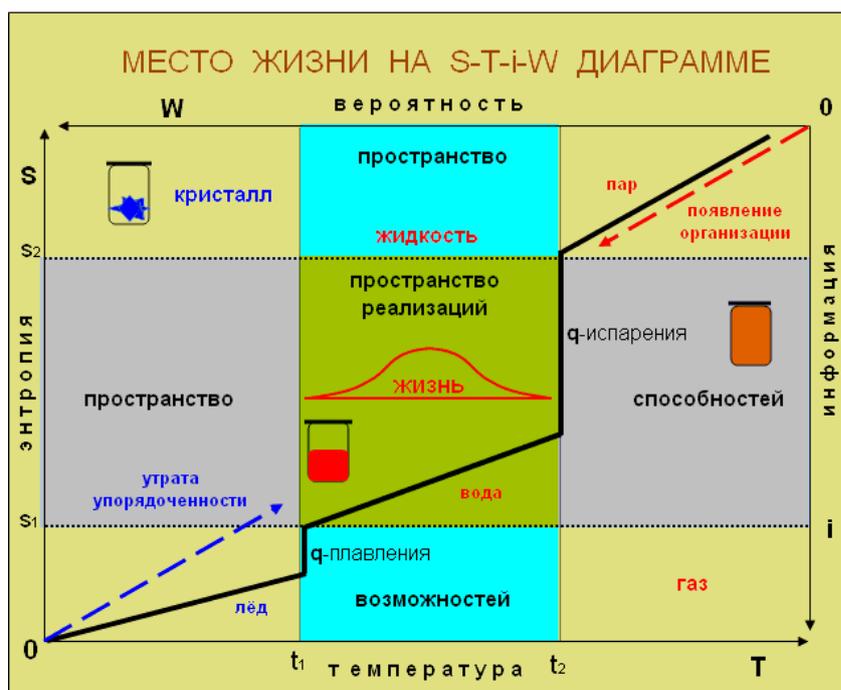


Рис. 1. Диаграмма S - T . При $T=0$, $S=0$ (для алмаза, 3-й з-н); $S=f(T)$, скачки S , при $T=const$ фазовые переходы H_2O ; пространства способностей - границы существования по S (2,5,8), возможностей по T (4,5,6) и реализаций (5), для жизни и воды (среда). Диаграмма i - W . При $W=0$, $i=0$ (9), с ростом W , растет i , скачки i , при $W=const$, аналоги фазовых переходов. Выводы: 1. Жизнь возможна только в области реализации (5). 2. Жизни нужны не экстремумы сохранения (1) или изменения (9), а опт (5). 3. Энтропия и информация антиподы, $S+i=1$, $KП+ОП=БСД$.

10. В применении к живым системам часто говорим о передаче генетической информации, каналах, о хранении, о памяти, о кодировании или утрате информации. Следовательно, под информацией подразумеваем некую сущность, с которой можно все это проделать. Поэтому можно считать, что в системах, в которых определяющими являются информационные процессы, рабочей субстанцией является **информация**. Например, в размножении и развитии организма, в процессе обучения, в работе лектора, шпиона и т.д. массовые и энергетические эффекты несущественны (скажем, шпион может сообщить огромной важности секрет шёпотом, при этом, массы вещества не перемещаются, тепло не выделяется, электрические искры не сыплются!).

Ни одна из строк табл.1 не может описать такую работу. Значит, информацию следует рассматривать как еще один фактор экстенсивности – информационный заряд наподобие других обобщенных зарядов. Тогда возникает вопрос о соответствующем, сопряженном с ним потенциале, который по аналогии с другими потенциалами обуславливает поток информации, и производство которого на изменение количества информации тоже имеет размерность работы.

Фактор интенсивности, сопряженный с I -зарядом, можно назвать **I -потенциалом**, а работу, которую они совершают – **I -работой**, или работой **организации**. Введение новых понятий диктуется соображениями аналогии, логической стройности и удобства. Стало быть,

предлагается в табл.1 добавить специальные I-строки, имеющие статус ценных видов энергии: механической, электрической, но не тепловой!

Нас не должно смущать то, что Сцилард и Шеннон предложили только одно понятие количества информации (I-заряд). И то, что I-потенциал и I-работу мы пока не можем измерять. Аналогичная ситуация была неоднократно во всех строках. С тепловой до 1865 г., с химической до 1875 г., с электрической до 1885 г. (см. выше). Было время, когда не умели мерить ту же температуру или энтропию, а эти понятия были введены в науку. Просто, зная логику структуры рабочих систем, можем сразу заполнить всю строку, не дожидаясь пока индуктивная (эмпирическая), наука откроет эти понятия.

Более того, можно думать, что живые системы, в которых информация играет главную роль, а энтропия отходит на второй план, окажутся более привлекательны, для разработки самой теории информации. Напомню, что идея эволюционизма (трансформизма) пришла в астрофизику из биологии полвека спустя. Чем меньше масштаб времени, тем легче “увидеть” умозрением. Например, связь информации с энтропией и вероятностью легко получить из простых генетических соображений (рис. 2).

Если распределение генотипов (Γ) или фенотипов (Φ) любого количественного признака в популяции – кривая Гаусса, т.е. $p=f(\Gamma)$, где p – вероятность (частота) данного генотипа в популяции, то чем дальше

генотип самца от моды (т.е. чем он оригинальнее по этому признаку), тем выше его I-потенциал (информативность). Значит, I-потенциал модальных самцов нуль и, чем дальше от моды, тем выше. Логарифм позволяет суммировать вероятности. Тогда максимальный потенциал у крайних самцов, а их единицы. Чтобы получить реальный вклад, нужно помножить эти две кривые (количества $p=f(\Gamma)$ и качества – $\lg p=f(\Gamma)$). Тогда их произведение будет I-работа $A_I = -p \lg p$, т.е. получаем формулу Сциларда-Шеннона гораздо проще, чем это делается в физике с помощью “демона” Максвелла. Кстати, задолго до Максвелла идею “демона” применил Лошмидт. К ней проявили неприятие Клаузиус, Больцман, Эйнштейн (Шамбадаль, 1967). Кроме того, это говорит о том, что в поисках ясности в отношениях вероятности-энтропии-информации, биологические рассуждения, мысленные опыты и модели могут оказаться проще, чем физические (с участием, не внушающих доверия, нечистых сил).

11. Следующее важное понятие, которое следует обобщить и применять ко всем системам, – это понятие **цели**. Знание “цели” системы сильно облегчает объяснение и предсказание поведения системы. “Цель” четко выступает в поведении управляемых, регулируемых или адаптивных систем, но она может быть условно определена и для всех других. Разница в поведении систем, имеющих одинаковую цель, сводится к разным способам её достижения.



Это важно при выявлении общих закономерностей. Пока мы не знали о законе гравитации, трудно было увидеть общее в поведении таких различных систем, как качающийся маятник, текущая река, вращающиеся вокруг Солнца планеты. Но когда узнали, что в основе их поведения лежит одна и та же “цель”, – минимум гравитационного потенциала, поведение этих систем стало легко объяснимо как реализация одной цели разными путями. Таким образом, если мы ищем сходство между разными системами, то необходимо искать и формулировать общие цели для возможно широкого круга систем. В качестве такой обобщенной, единой цели для всех систем может служить, например, сохранение себя во времени. Такую цель можно признать и за кристаллом алмаза, который “стремится” сохранить себя, противопоставляя разрушающим факторам среды (высокой температуре и дезагрегации) свою твердость. И за

горячим газом, который ту же цель, сохранить свою подвижность и свободу, достигает “уходя” от низких температур и агрегации. И за живым организмом, который ту же цель достигает размножением, чтобы сохранить то, что было и эволюцией, чтобы изменить, получить что-то новое. Тогда можно сказать, что принципиальная разница между неживыми и живыми системами в том, что у первых цель однонаправлена – или туда, или сюда (один фронт, один враг), а у вторых двунаправлена – и туда, и сюда (два фронта, два врага). Как образ можно предложить значки компьютерного меню формат для выравнивания строк: по левому или правому краю, или по центру.

В отличие от энтропии, информация тесно связана с целью системы (Харкевич, 1965, Малиновский, 1968, Геодакян, 1970). Информация, которая увеличивает вероятность достижения цели, повышает организацию. И, наоборот, дезинформация, ухудшая

организацию, уменьшает шанс достижения цели, а у энтропии и упорядоченности функции проще.

12. Определив понятие качества информации как некий потенциал, перепад которого создает поток I -заряда и совершает I -работу организации, мы тем самым устанавливаем различия между понятиями энтропии и упорядоченности с одной стороны и, соответственно информации и организации с другой.

Суть проблемы – понять отношения между **энтропией**, **вероятностью**, **информацией** и **жизнью**. Проще всего это можно сделать на, хорошо известной, диаграмме S - T , на которой нарисован такой же график I - W “вверх ногами”, при росте S , I падает, при росте T , W падает, т.е. пары векторов S - I и T - W антипараллельны (рис.1).

На графике S - T по оси абсцисс – абсолютная температура, по оси ординат – энтропия. Нулевая точка обеих осей совпадает. Это 3-й закон термодинамики (или теорема Нернста в формулировке Планка): при $T=0$, для всех простых кристаллов (напр. алмаза), $S=0$. Дальше, удобнее перейти к воде, т.к. она является средой земной жизни. Монокристалл льда состоит из двух элементов (H и O), поэтому при $T=0$, $S_{\text{льда}} > 0$ на $S_{\text{смешения}}$ (элементов). При нагреве льда от $0^\circ K$ до $0^\circ C$ монотонный рост S . В точке плавления льда, скачок S , при $T=\text{const}$ (скрытая теплота плавления). Начинается область жидкой фазы. Монотонный нагрев воды до $100^\circ C$. В точке кипения воды 2-й скачок S , при $T=\text{const}$ (теплота испарения). Дальше нагрев паров воды, до T распада на атомы, звёздных T . На графике I - W , все,

наоборот: при абсолютном нуле T - S , максимум I и W , при звездных температурах, их минимум.

Следовательно, энтропия характеризует место, занимаемое системой по шкале порядок–хаос, а изменения ее – процессы упорядочения и разупорядочения.

Очевидно, что в этой энтропийной шкале у живых систем порядка явно меньше, чем у набора монокристаллов, химических элементов, входящих в их состав при абсолютном нуле и, несомненно, больше, чем у газовой смеси из тех же элементов при высокой температуре. Образно говоря, если все атомы живого организма рассортировать в монокристаллы и охладить до $0^\circ K$, их энтропия будет 0, абсолютная упорядоченность, а организация живого исчезнет. Таким образом, не упорядоченность является критерием и мерилom жизни, а особая организация. И утратить эту организацию можно, как уменьшив, так и увеличив упорядоченность системы.

Выделим по обеим осям возможную зону жизни. По S (пространство способностей), в крайних областях высокой агрегации (в кристалле) или атомарной дезагрегации (в холодной космической атомарной пыли) жизнь невозможна. По T (пространство возможностей) также, ни во льду, ни в горячем паре жизнь невозможна. Она возможна только в области существования жидкой воды (примерно 100°) и лабильных агрегатов. Эти границы делят S - T диаграмму на 9 зон. Зона жизни (пространство реализаций) находится в центре диаграммы, а в остальных 8 зонах: при низких и высоких S и T ,

жизнь невозможна. Рассмотрим главную диагональ от $T=S=0$ до $T=S=\max$ и три зоны, расположенные по ней (на рис. 1,5,9). Вектор. (1←9) показывает направление эволюции остывающей вселенной. Уменьшения S , роста: негэнтропии, упорядочения, конденсации, агрегации, вероятности, информации, сохранения. По обратному вектору (1→9), все наоборот. Поэтому и рост, и падение энтропии живых систем за пределы зоны приводят к их гибели. Уже было сказано, что живым системам необходимо одновременно и сохранение и изменение. Где на S-T диаграмме лучшие условия сохранения? В зоне 1. “Питаюсь негэнтропией” (по совету Шредингера, 1947), мамонты дружно погибли, но их туши прекрасно сохранились в вечной мерзлоте. Потому, что им не хватало, наоборот, энтропии. Что толку от того что, прекрасно сохранившиеся, самец и самка лежат рядом в толще льда. Они не могли размножаться и эволюционировать. А где лучшие условия для изменения? В зоне 9. Вот там и нужна негэнтропия, т.к. в газовой фазе невозможно сохранить нужную организацию. И еще, неживым системам: алмазу и горячему газу легче сохранить свое существование во времени, чем паре мамонтов. Алмазу нужна негэнтропия, газу – энтропия (и чем больше, тем лучше), а мамонтам – определенное оптимальное соотношение той и другой, в зависимости от того, где они находятся, левее или правее оптимума для жизни. Но это лишь для того, чтобы не замёрзнуть и не свариться, а для дальнейшей жизни и эволюции, этого не достаточно, необходима ещё

старая информация о прошлом и возможность получения новой о будущем. Отсюда следует очень интересный вывод, несмотря на то, что для живых систем, определяющей является информация, а не энтропия, последняя тоже жизненно важна. Значит, живым системам нужна не максимальная упорядоченность, а только определенная. Тогда, более древний, фундаментальный и поэтому более простой мир физики (материи и энергии) лучше описывается энтропией и упорядоченностью, а производный от него, более молодой и сложный мир биологии лучше описывается информацией и организацией. Конечно, это не значит, как наивно считали некоторые авторы, что “живые системы обводят вокруг пальца 2-й закон термодинамики”. Это не так. Законам термодинамики, как и закону гравитации, подчиняются все вышележащие уровни организации (камень, кошка, книга падают одинаково, но специфическое поведение этих систем могут объяснить лишь законы своего уровня).

13. Самые фундаментальные программы жизни репродуктивная (РЕП) и эволюционная (ЭВ) также являются БСД. Первая **сохраняет** и передает генетическую информацию по поколениям (киль), а вторая **изменяет** её в нужном направлении (руль). Репродукция необходимое, но недостаточное условие жизни. Главные носители генетической информации, молекулы ДНК, обладают двумя программами: репликации (ДНК→ДНК) и трансляции (ДНК→белок). Первая программа осуществляет поток генов по

поколениям – филогенез. Вторая – в онтогенезе каждого поколения “выносит” информацию генов (в виде фенов), навстречу отбору для проверки их соответствия требованиям среды. Для этого переводит её с 4-буквенного “языка” РНК и ДНК на 20-буквенный, понятный для среды, более богатый и гибкий язык белков, т.е. реализует фенотип и онтогенез. Смысл этого перевода, прежде всего, – окружить более устойчивые к факторам среды молекулы ДНК менее устойчивыми белками. Например, если температура денатурации ДНК примерно 65°C, а белков – около 45°C, то вирус, представляющий собой ДНК в белковой оболочке, денатурирует при 45°C, т.е. благодаря сопряженному с ней белку нечувствительная к 45°C, молекула ДНК становится чувствительной. Значит, белок является как бы информационным посредником между ДНК и средой, способным заблаговременно “предупреждать” о наступлении жары (в данном случае). Другие белки подобным образом позволяют ДНК “ощущать” приближение холода, третьи – “видеть”, “слышать”, “узнать” о других опасностях среды и т.д. Чем больше направлений “выноса” (мерность фенотипа) и чем дальше выносятся информация фенотипа от генотипа, тем богаче фенотип. Богатство фенотипа повышает эффективность организации, расширяет экологическую нишу, позволяет уменьшить численность потомства и частоту смены поколений, т.е. удлиняет жизнь. Далее, белки позволяют в онтогенезе модифицировать один и тот же генотип, в зависимости от условий

среды, в разные фенотипы. Фенотип любого признака определяется генотипом и средой: $\Phi = \Gamma + E$, отсюда $\Gamma/\Phi + E/\Phi = 1$. Если в предельно экстремальной среде E^* , предельно возможный фенотип, Φ^* , то $\Gamma/\Phi^* + E^*/\Phi^* = 1$, где $\Gamma/\Phi^* = H$ есть не что иное, как наследуемость признака, а $E^*/\Phi^* = HP$ – его норма реакции. Значит, $H + HP = 1$ и HP характеризует максимально возможное участие среды в определении признака. Иначе говоря, генотип любого признака задает возможный диапазон его изменчивости, а среда определяет точку внутри этого диапазона. Чем оптимальнее среда, тем “ближе” фенотип к генотипу. И, наоборот, чем экстремальнее среда, тем они “дальше” друг от друга.

14. Согласно ЭТП, норма реакции женских особей по всем признакам несколько шире, чем мужских, т.е. выше их адаптивность (пластичность) в онтогенезе (Геодакян, 1974, 1989). Это приводит к тому, что один и тот же вредный фактор среды модифицирует фенотип женских особей, не затрагивая их генотипа, и элиминирует фенотип и генотип мужских. Например, при наступлении ледникового периода широкая норма реакции женских особей у далеких наших предков позволяла “делать” гуще шерсть, или толще подкожный жир, на основе старых генов, и выжить. Узкая норма реакции мужских особей этого не позволяла, поэтому из них выживали и передавали свои гены потомкам только самые генотипически “лохматые и жирные”. После появления культуры (огня, шубы, жилища) наряду с ними выживали и добивались успеха у женщин еще и

“изобретатели культуры”. Тогда понятно, что культура (шуба) играет роль фенотипа (шерсти).

Разная норма реакции приводит к тому, что в поведенческом, психологическом плане мужской и женский пол тоже отличаются друг от друга. У женщин выше обучаемость, воспитуемость, конформность, у мужчин – находчивость, сообразительность, изобретательность (поиск). Поэтому новые задачи, которые решаются впервые, но можно решить кое-как (максимальные требования к новизне и минимальные – к совершенству), лучше решают мужчины, а знакомые задачи (минимум новизны, максимум совершенства), наоборот, – женщины (Геодакян, 1991). Эти биологические особенности полов проливают свет, в частности на, непонятные иначе, разные их роли и отношения в культуре. Аналогию “фенотип–культура” можно расширить. И то и другое, не что иное, как: 1) “вынос” генетической информации к среде (вместо врожденных инстинктов – обучение, вместо шерсти – шуба); 2) более гибкие формы информационного контакта со средой, расширяющие экологическую нишу; 3) посредники между системой и средой; 4) обогащение в процессе эволюции; 5) повышения приспособленности, приносящие пользу; 6) явления, удлиняющие онтогенез и его стадии; 7) формы экономной эволюции, и т.д. Следовательно, культуру можно рассматривать как внезиготное обогащение фенотипа.

По такой общей схеме можно трактовать широкий класс БСД (систем и понятий), представляющих

становой хребет дивергентной эволюции систем: биологических, социальных, технических, игровых и др.: филогенез–онтогенез, ДНК–белки, ядро–цитоплазма, аутосомы–гоносомы, гомо–гетеро (зиготы и гаметы), диплоидия, гаметы–сома, два пола, эстрогены–андрогены, генотип–фенотип, симметрия–асимметрия, и т.д. И все это на любых уровнях организации: от атомов до звёзд, от молекул до популяций, от рефлексов до психики (см. табл.2)

15. Такая трактовка сопряженных форм и фаз значит, что их число в природе должно быть одинаково. Но почему-то форм гораздо больше, чем фаз. Это потому, что формы видны, а то, что это фазы, нужно догадаться. Например, то, что мужские и женские особи разные формы – очевидно, а то, что женские признаки это – бывшие мужские, а мужские – будущие женские, можно “увидеть” только умозрением. Или же звёзды: белые карлики–красные гиганты, их долго считали двумя разными формами, но они оказались двумя фазами одной звезды. Или пары, гусеница–бабочка, головастик–лягушка и др. Биолог-инопланетянин, при кратком посещении Земли, описал бы их как разные формы. И чем больше дихронизм, тем труднее увидеть фазы. То же самое и с асимметрией полушарий: мы “видим”, что в разных полушариях разные формы функций, а чтобы “увидеть”, что это на самом деле разные фазы одной и той же функции, нужно умозрение. Человеку (и высшим животным) понимание пространства приходит и в онтогенезе, и в филогенезе раньше, чем понимание времени, недаром первое уже в

ведении правого полушария, а второе – еще левого. По этой же причине люди конкретного склада ума (мышления) легче понимают диморфизм, чем дихронизм. Об этом же говорит максимальный половой диморфизм по пространственно-зрительным способностям то, что начертательная геометрия – камень преткновения для

студенток ВТУЗ, и то, что любовь перед экзаменом повышает отметки у студенток и понижает – у студентов. Это справедливо и для большого спорта (Готадзе, 2007). Секс сильный допинг для женщин и антидопинг для мужчин (“...сам на утро бабой стал” Стенька Разин).

Табл. 2. Некоторые информационные бинарно-сопряженные системы – аналоги термодинамических зарядов–потенциалов.

Система	подсистемы	
(Информационная работа)	консервативная (заряды)	оперативная (потенциалы)
Эволюция живых систем	филогенез	онтогенез
Форма	симметричная	асимметричная
Нуклеопротеид (ген, вирус)	ДНК (РНК)	белок
Ген (в организме)	доминантный (А)	рецессивный (а)
Ген (в популяции)	гетерозигота (Аа)	гомозиготы (АА, аа)
Геном	аутосомы	гоносомы
Клетка	ядро	цитоплазма
Гаметы	яйцеклетки	сперматозоиды
Гаметы	гомо-	гетеро-
Мозг (низ–верх)	подкорка	кора
Мозг (зад–перед)	затылочный отдел	лобный отдел
Мозг (правое–левое)	правое полушарие	левое полушарие
Организм (морфология)	левая половина	правая половина
Организм (генетика)	гаметы	сома
Организм (физиология)	эстрогены	андрогены
Рефлекс	безусловный	условный
Особь	генотип	фенотип
Популяция	женский пол	мужской пол
Общество	правши	левши
Интеллект	знания	сознание
Речь (язык)	письменная	устная
Этнос	генофонд	культура

16. Все это дало основание рассмотреть с тех же позиций и такие понятия, как знания, сознание, интеллект и культура. Что такое сознание? Какие отношения между ним и знаниями? В русском языке слово сознание происходит от слова знание (информация, сведения, умение, владение). Приставка **со**

означает вместе, совместно, общее – **сосед, соратник, сотрудник** и т.д. Не составляют ли они сопряженную пару, произведение которой представляет работу интеллекта? Если так, то кто из них заряд, а кто потенциал? Кстати, мне не удалось найти удовлетворительного определения сознания. Они или не охватывают все

виды сознания (потеря сознания, общественное сознание, самосознание, подсознание), или требуют наличия речи (тогда, как глухонемые, приматы, дельфины?), или собеседника (тогда, как узник одиночной камеры?). Но ведь слыша это слово, мы прекрасно понимаем, что имеется в виду. Не значит ли это, что сам язык содержит такое определение? А если так, то нельзя ли его извлечь оттуда, с помощью лингвистического анализа, сравнив с другими сопряженными парами? Например, мы говорим: много знаний (массы, тепла, зарядов), но высокое сознание (давление, температура, потенциал). Почему-то: знание дела, языка, математики, но сознание долга, чести, ответственности (перед кем-то). Почему-то не применяем множественного числа к потенциалам, не говорим: мы потеряли свои сознания (или у нас поднялись температуры, давления) и т.д. Нельзя ли из этого сделать вывод, что знания имеют природу обобщенных зарядов, а сознание – потенциала? Если можно, то это уже – определение понятия. Ведь накопление знаний приводит к росту сознания, как и накопление любых зарядов, к росту их потенциалов. Тогда произведение знаний и сознания представляет осознание (понимание), т.е. I-работу. Значит сознание – I-потенциал, без которого I-заряды (знания) не могут работать. Если сердечник потерял сознание, то его знания о валидоле не помогут. Или же недавнее открытие психологов Калифорнийского университета Лос-Анжелеса, показавших, что в дни овуляции студентки предпочитают умных мужчин, а в остальные дни – богатых

или влиятельных. Здесь, видимо, работает уже подсознание.

То же самое с культурой. Если это фенотип, ОП (потенциал) еще одной дифференциации на уровне индивида, этноса, что выступает в роли сопряженной с ней КП (заряда)? Если культура (этноса) – аналог фенотипа организма, то сопряженная с ней КП должна быть аналогом его генотипа. Тогда это не что иное, как генофонд этноса и т.д. (табл. 2).

17. Согласно Эволюционной теории пола вначале были бесполое (БП) организмы, из них возникли гермафродитные (ГФ), которые дивергировали в раздельнополые (РП). На уровне организма БП и ГФ – ещё мономодальны, а РП – уже бимодальны. Поэтому, в рамках адаптогенеза, по любому фактору среды (и в первую очередь по температуре), у первых один оптимум, а у последних – два: женский и мужской, на расстоянии полового диморфизма (ПД). Так как, во время возникновения, они жили в одинаковых условиях и были адаптированы к ним, то можно считать, что оптимум первых был в центре полового диморфизма вторых. Все три оптимума (моды) и дисперсии признаков вокруг них, по координате система–среда, определяет норма реакции. Её в свою очередь определяют эстрогены и андрогены (или их предшественники у предков). Это позволило дать обобщенную трактовку **эстрогенов** как веществ, расширяющих норму реакции, удаляющих систему от среды и, тем самым, тормозящих эволюцию. **Андрогенов**, наоборот, сужающих норму реакции, приближающих к

среде, ускоряющих эволюцию (Геодакян, 2000). Поэтому появилась возможность, применить теорию БСД и СТ к меж- и внутримолекулярным БСД.

18. Когда я, в поисках молекул БСД, интересовался разными гормонами, то обратил внимание, что разница между КП и ОП очень часто равняется CH_3 , т.е. $ОП+CH_3=КП$. То же самое оказалось и в других группах, информационно важных живых систем: нуклеотидов, аминокислот и др. Например, норадреналин+ CH_3 =адреналин, тестостерон+ CH_3 =эстрон, кортизол+ CH_3 =кортизон, урацил+ CH_3 =тимин, глицин+ CH_3 =аланин, валин+ CH_3 =лейцин и т.д. Случайно ли это? Думаю, что нет. Сколько мне известно, существуют разные, порой противоречивые концепции о роли метилирования: для отключения генов в разных тканях, для подавления ретротранспозонов и других геномных паразитов. Известна теснейшая связь метилирования с полом, раком, эмбриогенезом, экспрессией-репрессией генов и др. Очень много загадок и нет разгадок. Не говоря уж о прогностичной теорий. Здесь высказывается гипотеза об эволюционной роли CH_3 группы, как единицы элементарного диморфизма между молекулярными КП и ОП. Можно даже предсказать, если гипотеза верна, то эволюционный возраст “спящих” генов у женского пола, должен быть больше, чем у мужского.

19. ДНК и белки тоже БСД, в которой ДНК – КП, белки – ОП: БСД=КП+ОП. Экстраполяция в прошлое приводит к унитарной

системе (УС), от которой произошла эта пара: $УС \rightarrow (КП+ОП)$, т.е. $РНК \rightarrow (ДНК+белки)$. Стало быть, **РНК**, **ДНК** и **белки** составляют СТ. Такая триада в системе координат $y =$ филогенетическое время (эволюционная ось), $x =$ генотип (или фенотип) любого адаптивного признака, или, связанный с ним фактор среды (например, густота шерсти-температура, морфо-экологическая ось). Если выбрать определенное соотношение масштабов осей, то сопряженная триада будет равносторонним треугольником, обращенным основанием в будущее, вершиной в прошлое.

Рассмотрение диад и триад, вместо несвязанных систем, как уже говорилось, сокращает число систем и упрощает мир. Кроме того, все БСД – эко-эволюционные “компасы”, показывающие направление система \rightarrow среда и прошлое \rightarrow будущее. А триады, в принципе, могут служить еще и “спидометром”, показывающим не только скорость, но и “километраж” (пройденный путь). В том же духе, теория трактует общий принцип их внутреннего строения. Первичная структура **РНК**, **ДНК**, **белков** также состоит из КП и ОП. Они построены по одному плану. Считается, что молекулы РНК и белков имеют одну цепь, ДНК – две. На самом деле, у всех трёх молекул цепи двойные, т.к. состоят из, ковалентно прикрепленных друг к другу, двух, **функционально разных**, нитей. **Энтропийной** (S), регулярной, периодичной, неспецифичной, это КП полимера. Скелет, остов молекулы, играющий роль, эко-эволюционной шкалы, матрицы, канвы для информации.

Можно считать, что они 2-х буквенные у всех трёх, но буквы разные: у РНК – рибоза–фосфат, у ДНК – дезоксирибоза–фосфат, у белков – карбоксил–амин (COOH-NH_2). Вторая нить, **информационная** (I), нерегулярная, аperiодичная, специфичная. Это ОП молекулы наполнение, текст генетической информации. У РНК и ДНК она состоит, в основном, из 4-х буквенуклеотидов, прикрепленных к S-нити, 3 из них (аденин, цитозин, гуанин) одинаковы, а 4-ый – разный (у РНК – урацил, у ДНК – тимин). У белков I-нить состоит из, прикрепленных к S-нити аминокислот. В современных белках, их около 20. Значит, РНК и ДНК – разные диалекты одного языка, а белки – другой язык. (Интересно, что по числу букв по Гиннесу тах в языке кхмеров – 72, а min – 11 в языке Ротокас на острове Бугенвиль Папуа Новая Гвинея). У всех трех полимеров, S-нити аналоги нитки для бус, чистой тетради в клетку или нотной (без нот), пустой таблицы Менделеева, холста картины, основы ковра, сот пчёл. А I-нити аналоги – бус, букв, нот, элементов, картины, узора ковра и мёда, соответственно. Энтропийные нити – (упорядочены), имеют начало и конец (у РНК, ДНК – более древний 5'-торец – начало, более молодой 3'-торец – конец, у белков COOH – начало, NH_2 – конец). Поскольку тексты в РНК, ДНК и белках – коллиннеарны, то их начала и концы совпадают. S-нити задают шкалу времени, интервал между буквами, шаг, экологический и эволюционный градиент. Направления временных векторов S- и I-нитей одной цепи совпадают. Ведь есть полимеры чисто энтропийные, без I-нити.

Например, алифатический ряд углеводов, гликоген, состоящий из тысяч мономеров глюкозы.

Оппоненты и скептики возражают, что S- и I-нити одна ковалентная молекула, поэтому нельзя считать её двунитчатой. Это - неверно. Как раз распределение связей разной силы, может подтвердить их бинарность, найденную в поисках разности энтропии и информации. Ведь предлагаемая первичная структура 4-х нитчатой ДНК – это плоская лента, по краям которой лежат две нити из сильных ковалентных связей 50-110 кк/м, а между ними посередине две нити из водородных связей средней силы 5-7 кк/м, т.е. она, фактически, **двухфазная** – состоит из “твердокристаллических” боковин и “жидкокристаллической” середины. В **двухфазной** молекуле РНК – две нити. А в **двухфазной** молекуле белков “твёрдая” фаза по центру, “жидкая” по периферии. Кроме того, тенденция эволюции белков, не только рост числа букв алфавита, но и новая размерность – объема. Здесь опять, наглядными образами для предлагаемых структур ДНК, РНК, белков могут служить, уже упомянутые выше, знаки равенения строк меню формат: “по ширине”, “по краю”, “по центру”. Поэтому, мне представляется, что нет оснований, отвергнуть S-I трактовку полимеров жизни. Ведь два полушария тоже один мозг, но функционально, по цели, роли они разные. Мы же выделяем, виртуально, среднюю часть и концы стержня, центральную и периферию круга, видимые границы вовсе не обязательны. Любой текст подразумевает (видимые или воображаемые) ячейки для букв и

пропусков, строки, страницы. Их роль (функция) энтропийная – упорядочить текст: 1. Нумерация букв и пропусков в строке, строк в странице и страниц в книге. 2. Векторизация текста, выделение его начала и конца. 3. Выравнивание его: у РНК по одному краю, у белков по центру, у ДНК по ширине. 4. Создание ёмкости, носителя, локуса для информации генов и фенотипов. Ведь можно написать каллиграфически, красиво чужь, а коряво – глубокие мысли. В первом случае много неэнтропии, но мало информации, во втором – наоборот. Отношение I-нити к сопряжённой S-нити, аналогично отношению гена (у РНК и ДНК) и фена (у белков) к своему локусу, месту. Такая концепция позволит, в принципе, вскрыв логику прошлого поведения системы в эко-эволюционном пространстве (молекулярную историю), экстраполировать в будущее и предсказать его (молекулярная футурология).

Рис. 3 показывает такую попытку для РНК, ДНК, белков. Если верна исходная гипотеза, что ДНК и белки сопряжённая пара, то экстраполяцией в прошлое определяем унитарную систему РНК и получаем сопряжённую триаду. При определённом масштабе эко-эволюционных осей, этот треугольник будет равносторонним. По логике теории БСД в момент появления СТ первым актом должен быть эволюционный экологически симметричный шаг, т.е. возникновение совершенно одинаковых, но отличных от материнской УС, двух дочерних подсистем (2ОП). По гипотезе о роли CH_3 группы (см. п. 18), она является экологическим шагом. Для того чтобы

совпали оптимумы РНК и (ДНК+белок)/2, необходимо существование радикала, смещающего систему к среде на величину $(CH_3)/2$. Это предсказание теории. Им оказалась ОН группа. После этого одна из дочерних ОП получает экологический системный радикал CH_3 и превращается в КП ($2ОП+CH_3=КП+ОП$). С этого момента экологическая информация поступает только в ОП, и она превращается в эволюционный авангард, а КП – в эволюционный арьергард. В процессе дихронной эволюции, равносторонний треугольник превращается сначала в прямоугольный, потом в тупоугольный (в вершине КП). Новая информация попадает в ОП, оттуда, после проверки, в КП. Выводы приведены на рис. 3. ДНК эволюционирует в направлении роста числа цепей: 3, 4, ..., а белки – роста числа букв (аминокислот, 21, 22, ...), и освоения объёмных форм информации.

20. Аналогичная картина и у мономеров, плоских молекул, гормонов. Здесь также прослеживается тот же принцип меж- и внутримолекулярной дифференциации на КП и ОП. С той лишь разницей, что энтропийные и информационные части у них не одномерные, а двумерные. Вместо S-нити – остов молекулы-родоначальницы, одинаковый для всех членов ряда, с несколькими пустыми ячейками, в строго определенных местах, для разных будущих радикалов. Вместо I-нитей – которые отличаются друг от друга числом и порядком букв, у плоских молекул специальные пустые ячейки для будущих радикалов. Сами радикалы двух типов: удаляющие систему от

среды и тормозящие эволюцию, например, ароматическое кольцо, CH_3 (2 раза слабее), и приближающие к

среде и ускоряющие эволюцию, их несколько, O, OH, NH_2 , COOH и др.

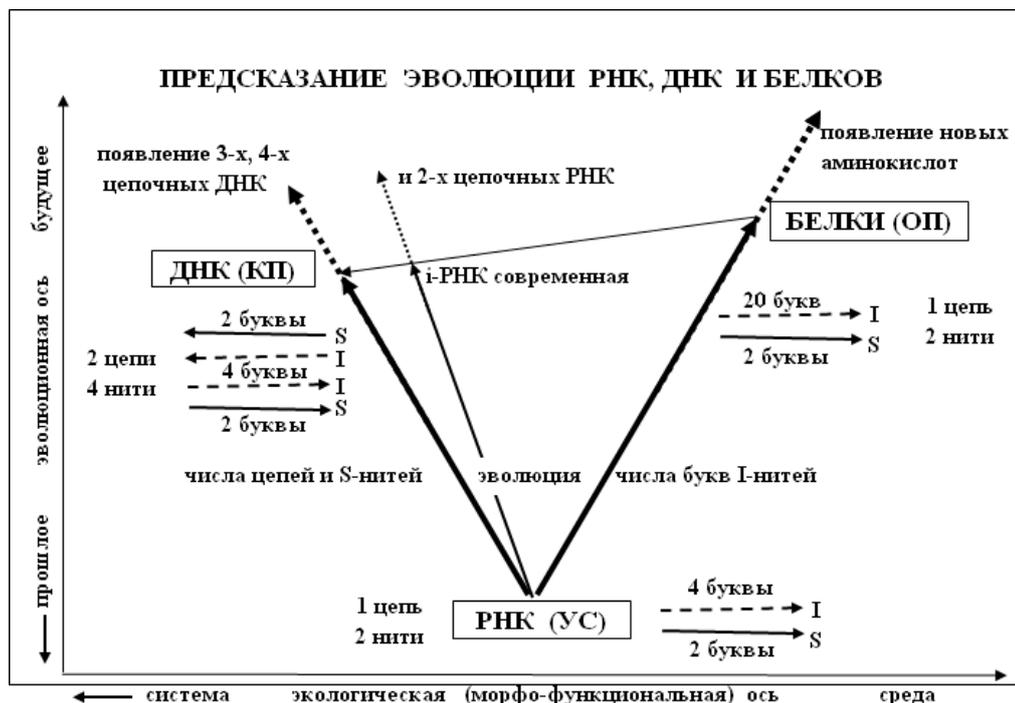


Рис. 3. Экстраполяция дивергентной эволюции энтропийных и информационных нитей у нуклеиновых кислот и белков, позволяет предсказывать их будущее.

На рис. 4 показано современное поколение (n) БСД гормонов мозгового вещества надпочечников: **адреналина (КП)** и **норадреналина (ОП)**. Процедура та же. Экстраполяция в прошлое приводит к третьему гормону **дофамину (УС)**, от которого они произошли, поколение (n-1). Дальнейшая экстраполяция к корням приводит сначала к одной аминокислоте – тирозину, потом к другой – родоначальнице этого ряда фенилаланину. Места прикрепления будущих радикалов к атомам С и N помечены кружочками и рамками. Видно, что добавление гидрофильных OH групп, – создает недифференцированную пару молекул нового поколения (симметричный эволюционный шаг), смещенную к среде (2ОП). А добавление в одну из

них гидрофобного радикала CH_3 , удаляет её от среды (воды) и создает КП (асимметричный экологический шаг).

На рис. 5 приведены БСД главных половых гормонов: **эстрона, тестостерона,** и их УС **андростендиона,** составляющих вместе СТ. Картина другая, но логика та же. Восстановление двух кислородных атомов в гидроксил ($2\text{O}+2\text{H}=2\text{OH}$) в разных местах молекул, т.е. сдвиг двух дочерних систем на пол шага к среде, с превращением кольца А в ароматическое, для чего необходимо убрать CH_3 группу, но сохранить половой диморфизм между КП и ОП равным CH_3 . Значит, ароматическое кольцо удаляет эстрон от среды и

тормозит эволюцию в два раза сильнее, чем CH_3 группа, поэтому одна из CH_3 групп тестостерона, не что иное как – сдача. Таким образом, удаётся определить соотношение абсолютных величин трех главных эко-эволюционных факторов: ароматического кольца $|\text{C}_6\text{H}_6| = -2$, метильной группы $|\text{CH}_3| = -1$ и гидроксильной группы $|\text{OH}| = +\frac{1}{2}$, где – (минус) означает удаление от среды и ретардацию, + приближение к среде и акселерацию, числа – абсолютные значения, нулевая точка – оптимум экологической ниши.

Так рождаются молекулярные БСД и СТ. Оказывается, что места прикрепления радикалов в будущих поколениях молекул predeterminedены уже у родоначальницы ряда. Например, место для CH_3 только у атома N. Но со временем, т.к. новая информация от среды попадает в ОП, и

только оттуда в КП, то эволюция ОП ускоряется, а КП тормозится.

Другая группа важнейших кортикостероидов содержит 5 гормонов: кортизол (КП, 2CH_3 группы), кортизон (ОП, 1CH_3), альдостерон (УС, 1CH_3), 18-оксикортикостерон (1CH_3) и прогестерон (3CH_3). Сложнее и требует специального исследования. Но вскрытые закономерности явно присутствуют.

Еще два примера сопряженной эволюции триад, ряды пиримидинов и пуринов (рис. 6,7) тесно связаны, с одной стороны, с эволюцией РНК-ДНК (рис. 3), с другой стороны, они продолжают линию плоских молекул (рис. 4,5). Поскольку они являются буквами в I-нитях РНК и ДНК, то их эволюции должны быть согласованы (коэволюция).

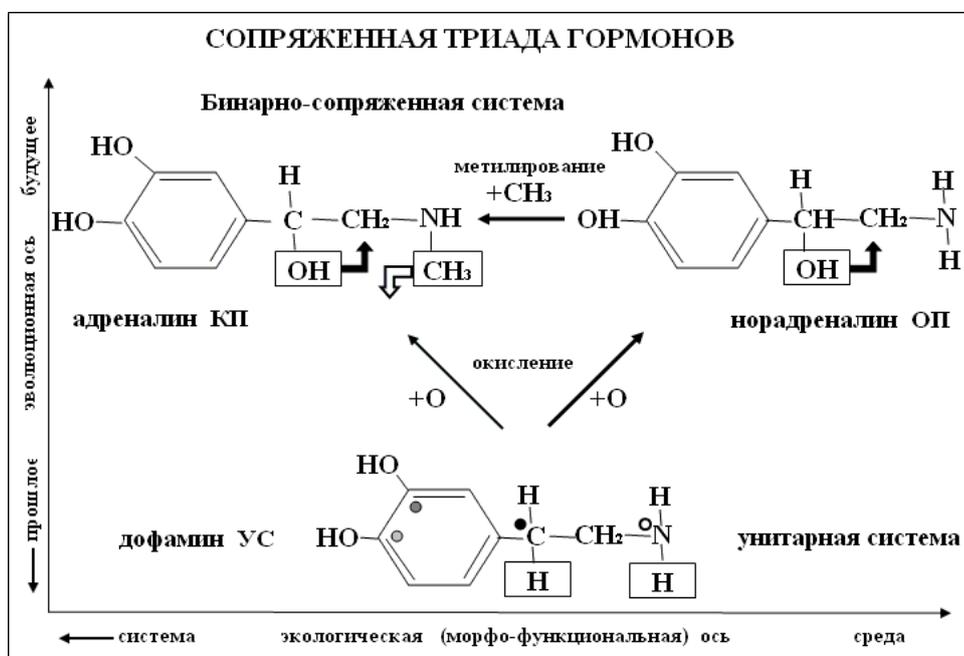


Рис. 4. Энтропийные рамки-ячейки для информации радикалов. Светлый кружок у N место CH_3 (удаляет от среды и замедляет эволюцию - светлая стрелка), черный кружок у C - место радикалов (которые приближают к среде, ускоряют эволюцию - черные стрелки). Серые кружки при радикалах, возникших на предыдущих шагах эволюции от родоначальницы ряда - аминокислоты фенилаланина (остов без радикалов).

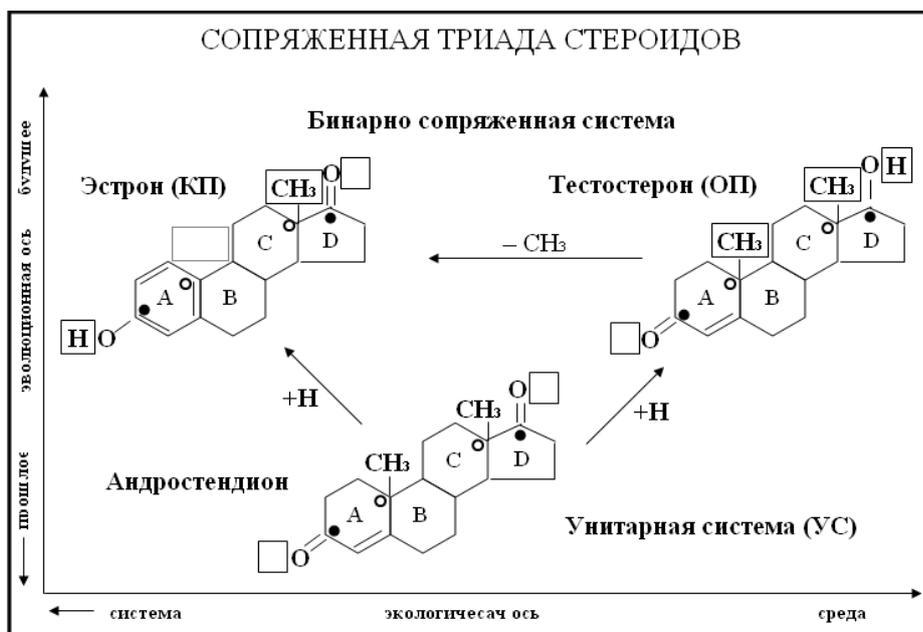


Рис. 5. Сопряженная пара эстрон-тестостерон экстраполяция в прошлое приводит к андростендиону. Светлые кружочки - места CH_3 радикалов, черные - других. Эволюционный шаг - симметричный $+2H$. Экологический шаг - асимметричный - деметилирование кольца А, превращает его в ароматическое, с сильным удалением от среды.

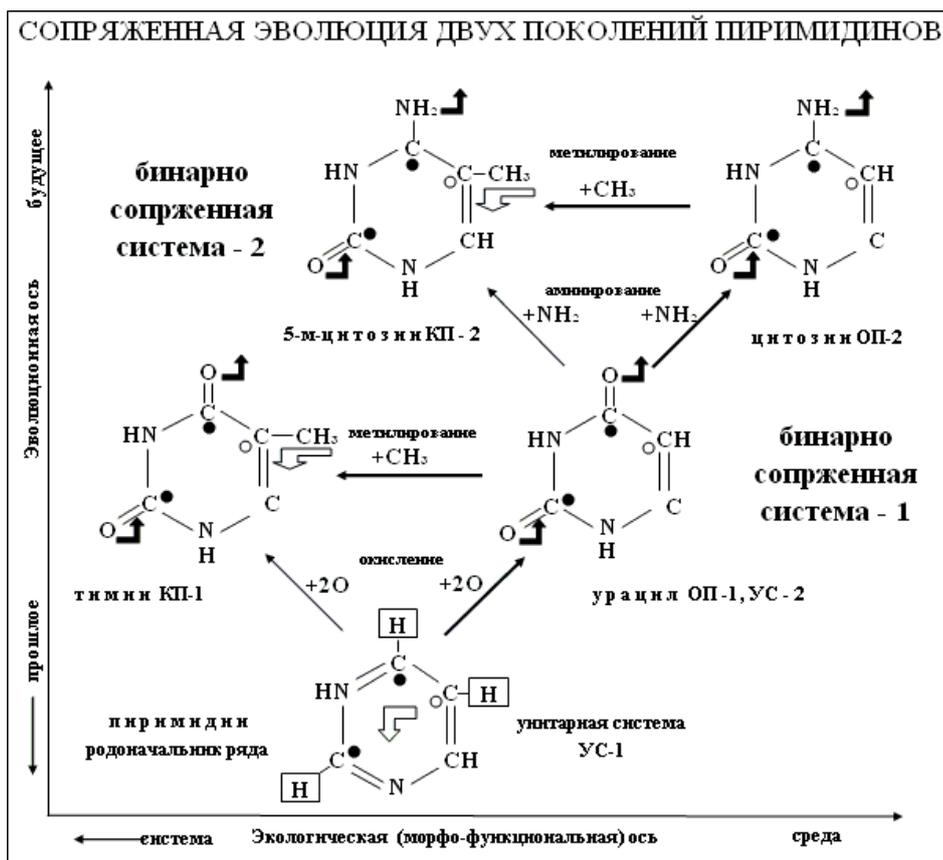


Рис. 6. Энтропийные рамки-ячейки для информации радикалов. Светлые кружочки - места CH_3 , черные - других радикалов. Эволюционный шаг создания БСС - симметричный, экологический, создания КП - асимметричный. Светлые фигурные стрелки - направления удаления от среды и торможения эволюции, черные - приближения к среде и ускорения эволюции. Если логика концепции верна, то следует интересный вывод - в будущем вместо тимина будет 3-м-цитозин.

Таким же образом, сможем получить вклад более слабых факторов, второстепенных в теории, но порой очень важных в практике, как число двойных связей в молекуле, их монотонный рост или падение. Ароматические соединения близкие по

структуре к стероидам, часто имеют много двойных связей и обладают сильной канцерогенной активностью, например, метилхолантрен 9-двойных связей. Предлагаемый метод может оказаться очень плодотворным в таких проблемах.

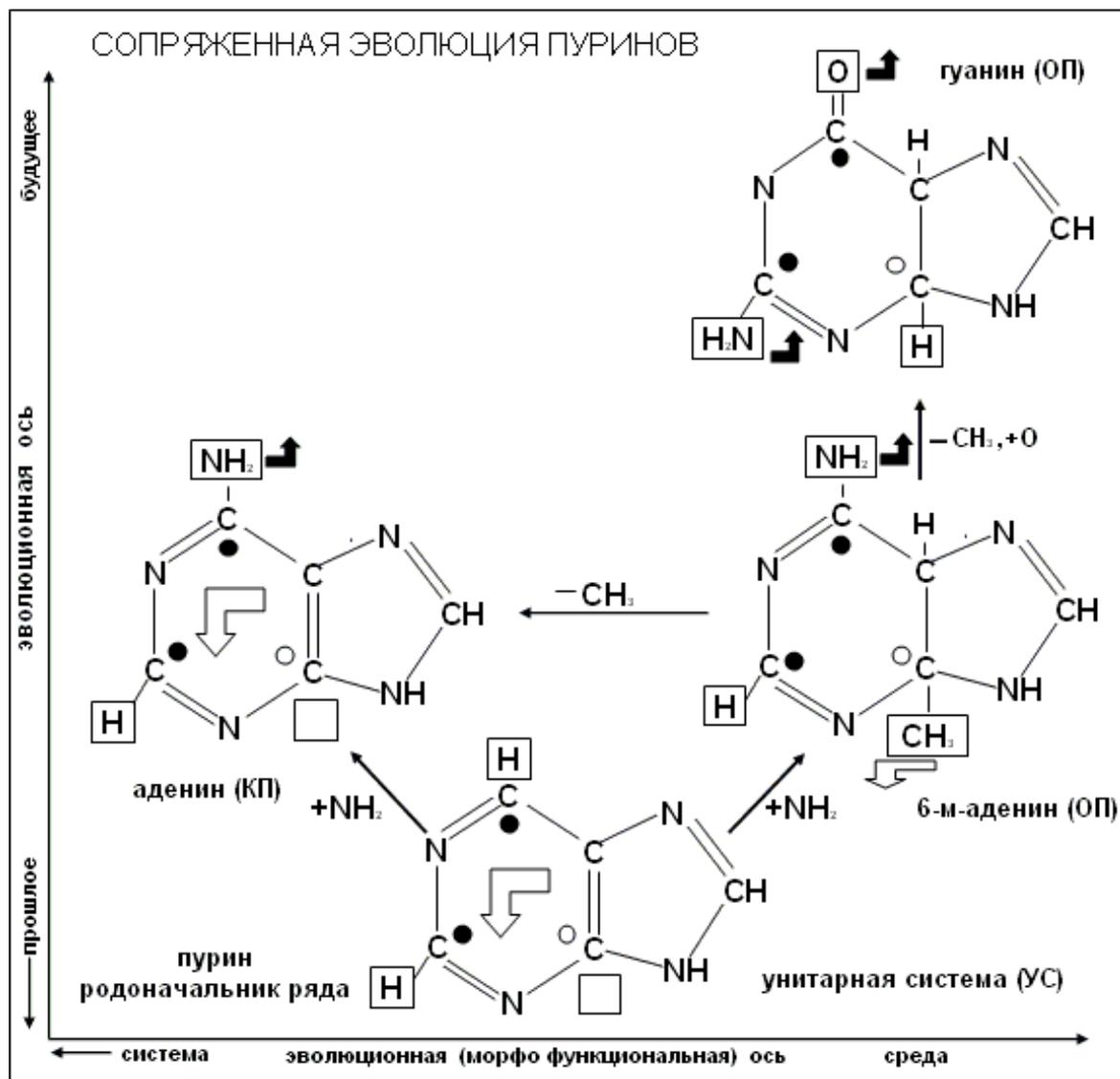


Рис. 7. Эволюция пуринов. Обозначения те же, что на рис. 5. По логике концепции, скорее всего, вывод, что 6-м-аденин был предшественником гуанина.

Удалась ли моя унификаторская попытка и не пренебрёг ли при этом мудрым советом Сади Карно – “Говорить мало о том, что знаешь, и ничего не говорить о том, чего не знаешь” – судить читателю.

Сокращения в тексте

ЭТП – Эволюционная теория пола
 УС, БСС, БСД, СТ – Унитарные, бинарно сопряженные, системы, дифференциации, триады. КП, ОП – Консервативные, оперативные подсистемы. ПД – половой диморфизм. НР – норма реакции. БП – бесполое, ГФ – гермафродиты, РП – раздельнополые. S – Энтропия, I – информация, W, p – вероятности, T – температура, C – Цельсия, K – Кельвина.

Литература:

1. Аптер М. 1970. Кибернетика и развитие. М. «Мир».
2. Бриллюэн Л. 1960. Наука и теория информации. М. «Физматгиз».
3. де Бройл Л. 1965. Революция в физике. М. «Атомиздат».
4. де Бур Я. 1962. Введение в молекулярную физику и термодинамику. М. Изд-во иностр. лит.
5. Гамбург К.З. 1972. //Онтогенез. Т. 3. № 5.
6. Геодакян В.А. 1965. Роль полов в передаче и преобразовании генетической информации //Пробл. передачи информации. Т. 1. № 1. С. 105-112.
7. Геодакян В.А. 1967. Дифференциация на постоянную и оперативную память в генетических системах //Структурные уровни биосистем. М. «Наука». С.211-225.
8. Геодакян В.А. 1970. //Системные исследования. М. «Наука». С. 49-62.
9. Геодакян В.А. 1971а. //Онтогенез. Т. 2. № 6. С. 683-694.
10. Геодакян В.А. 1971б. О дифференциации систем на две сопряженные подсистемы //Управление и информационные процессы в живой природе. М. «Наука». С. 26-29.
11. Геодакян В.А. 1972. О структуре эволюционирующих систем //Пробл. кибернетики. Вып. 25. М. «Наука». С. 81-91.
12. Геодакян В.А. 1974. Дифференциальная смертность и норма реакции мужского и женского пола //Журн. Общ. Биол. Т. 35. № 3. С. 376-385.
13. Геодакян В.А. 1975. Концепция информации и живые системы //Журн. Общ. Биол. Т. 36. № 3. С. 336-347.
14. Геодакян В.А. 1983. Эволюционная логика дифференциации полов и долголетие //Природа. № 1. С. 70-80.
15. Геодакян В.А. 1984. Системный подход и закономерности в биологии //Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник 1984. М. «Наука». С. 329-339.
16. Геодакян В.А. 1987. Системно-эволюционная трактовка асимметрии мозга //Системные исследования. Методол. Пробл. Ежегодник 1986. М. «Наука». С. 355-376.
17. Геодакян В.А. 1989. Теория дифференциации полов в проблемах человека //Человек в системе наук. М. «Наука». С.171-189.
18. Геодакян В.А. 1991. Эволюционная теория пола //Природа. №8. С. 60-70.
19. Геодакян В.А. 1998. Эволюция асимметрии, сексуальности и культуры //Информационное мировоззрение и эстетика. Таганрог. С. 116-143.
20. Геодакян В.А. 2000. Эволюционные хромосомы и эволюционный половой диморфизм //Изв. РАН. Серия биол. № 2. С. 133-148.
21. Геодакян В.А. 2003. Конвергентная эволюция фенотипа, асимметрии и сексуальности к культуре//Сексология сексопатология. № 6. С. 2-8. № 7. С. 2-7. № 8. С. 2-6.
22. Геодакян В.А. 2006. Системные корни эволюции человека и общества: роль половых гормонов //Информационная культура общества и личности в XXI веке. Краснодар. С. 75-80.
23. Геодакян В.А. 2007а. Бинарно-сопряженные дифференциации,

- информация, культура//Информация, время, творчество. М. С.195-204.
24. Геодакян В.А. 2007б. Почему ранние и поздние дети разные?//Информационные и коммуникационные науки в изменяющейся России. Краснодар. С. 150-154.
25. Готадзе А. 2007. Большая раздевалка //Большой спорт. № 1-2. С. 40-45.
26. Лауэ М. 1956. История физики. М. «Госиздат. технико-теоретической лит.».
27. Малиновский А.А. 1968. Некоторые вопросы организации биологических систем// В сб.: Организация и управление. М. «Наука». С. 105-138.
28. Медников Б.М. 1971. //Природа. № 7. С. 15-23.
29. Планк М. 1938. Принцип сохранения энергии. М.-Л. С. 23-24.
30. Равен Х. 1964. Оогенез. М. «Мир».
31. Сэтлоу Р., Поллард Э. 1964. Молекулярная биофизика. М. «Мир».
32. Уоддингтон К.Х. 1970. Основные биологические концепции //В сб. На пути к теоретической биологии. М. «Мир». С. 11-38.
33. Шамбадаль П. 1968. Развитие и приложения понятия энтропии. М. «Наука».
34. Шмальгаузен И.И. 1968. Что такое наследственная информация// В сб. Кибернетика в монографиях. Т. 4. Новосибирск. «Наука». С.24-35.
35. Шредингер Э. 1947. Что такое жизнь с точки зрения физики? М. Изд-во иностр. лит.
36. Франкфурт У.И., Френк А.М. 1964. Джозайя Виллард Гиббс. М. «Наука».
37. Харкевич А.А. 1965. О ценности информации //Пробл. кибернетики. Вып. 13. М. «Физматгиз» С. 53-59.
38. Dancoff S.M., Quastler H. 1953. Information Theory in Biology. University of Illinois Press. Urbana.
39. Elsasser W.M. 1958. The Physical Foundation of Biology. Pergamon Press. London.
40. Fisher R. 1930. The Genetical Theory of Natural Selection. Oxford Univ. Press. Oxford.