

ГИПОТЕЗА

**Независимый научный
журнал**

№ 1

1991

ГИПОТЕЗА

№ 1 1991

Выходит один раз в квартал

ГИПОТЕЗА

НЕЗАВИСИМЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

1991

© Издательство 1991

ГИПОТЕЗА

№ 1 1991

выходит один раз в квартал

Журнал «Гипотеза» публикует работы по проблемам естественных и гуманитарных наук, выходящие за рамки господствующих парадигм, однако удовлетворяющие общепринятым научным критериям, включая такой, как возможность экспериментальной проверки. Цель журнала — не пропаганда, а обсуждение: публикуются не только оригинальные работы, но и их критика. Свобода дискуссий обеспечивается частным характером издания, гарантирующим его независимость от любых ведомств и организаций.

Содержание

В. Я. Хуторской — О структуре элементарных частиц. Механистическая модель	3
Э. А. Никонова — Клетка — самоорганизующаяся молекулярно-волновая система	15
П. П. Горяев, А. А. Васильев, А. А. Березин — Геном как голографический компьютер	24
С. В. Багоцкий — Инфузории — третий этап эволюции клетки	44

Учредитель, главный редактор

В. Я. Хуторской

ISSN 0868—8664

© «Гипотеза», 1991

В. Я. Хуторской

О СТРУКТУРЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ. МЕХАНИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

В работе излагается механистическая модель строения и взаимодействия элементарных частиц. Механистический подход служит источником гипотез о природе принципа постоянства скорости света, корпускулярно-волнового дуализма, заряда, тяготения, спина, единой основы электромагнитного, слабого, сильного взаимодействий. Модель допускает экспериментальную проверку. Она позволяет вычислить массы нейтрино (ν_e, ν_μ, ν_τ), пиона, топония.

Эйнштейн писал в свое время, что важно объяснить не как устроен мир, а почему он так устроен. Однако наука не очень-то любит вопрос «почему?» Скажем, почему тела притягиваются друг к другу? Какова природа тяготения? Что такое заряд? Почему одноименные заряды отталкиваются, а разноименные притягиваются? Чем вызывается постоянство скорости света? Почему она не зависит от скорости его источника? Что такое корпускулярно-волновой дуализм? Почему свет в одних экспериментах — фотоэффекте и эффекте Комптона — ведет себя как волна, в других — явлениях интерференции и дифракции — как частица? Современная наука мало того, что не отвечает, она даже не ставит такие вопросы.

И в этом смысле она весьма напоминает науку древнюю. Античная наука широко использовала категорию «свойства». Аристотель считал первичными свойствами тел теплоту, холод, сухость, влажность; теплота считалась свойством тел еще в XVIII веке.

Сейчас мы знаем, что эти «свойства» не первичны. Неве-
рен, однако, не только взгляд на какую-то характеристику
как на первичное свойство. Научно несостоятельно само по-
нятие «свойства». Оно противоречит принципу причинности.
Свойством обычно считается некое присущее телу явление,
не имеющее причины, внутреннего механизма. Согласно же
принципу причинности, причина есть у любого явления. Этот
принцип — исходный для науки. Ее не было бы, не будь при-
чинности. Но объяснив одни свойства, наука заменила их
другими: тяготением, зарядом, постоянством скорости света,
корпускулярно-волновым дуализмом и т. д.

Между тем и эти «свойства», если верен принцип причин-
ности, должны иметь порождающие их причины, свой внут-
ренний механизм. В настоящей статье и предпринимается
попытка построить его модель. Она позволяет выявить общую
основу электромагнитного, слабого, сильного взаимодействий,
определить массы нейтрино (ν_e, ν_μ, ν_τ), пиона и топония —
частицы, состоящей из t — кварка и \bar{t} — антикварка.

Ключевым моментом модели станет постоянная Планка —
квант действия (h) — минимальная регистрируемая величи-
на действия. Выбор этот не случаен. Зачастую бывает, что
за постоянной величиной скрывается дискретная материаль-
ная структура. Атом, например, был открыт в результате
того, что обнаружилась кратность веса химического элемента
некой постоянной величине. Этой величиной и оказался вес
атома.

Постоянной Планка кратно действие любого светового
потока. Поэтому можно предположить, что свет — это поток
частиц равной массы (назовем их рондами), каждая из ко-
торых оказывает действие h , двигаясь со скоростью $c \approx$
 $\approx 300\,000$ км/сек.

В формуле энергии кванта света — фотона, $E = h\nu$, — есть
волновая характеристика ν — частота колебаний фотона. Ее
присутствие можно объяснить тем, что пространство запол-
нено рондами, а фотон — это рондовая волна, на чьем фрон-
те находится один ронд. Тогда формула энергии фотона за-
писывается в таком виде:

$$E = h\nu = m_\rho c^2 t \frac{n}{t} = m_\rho c^2 n, \quad (1)$$

где m_ρ — масса ронда, n — число его колебаний (или, что
то же самое, число колебаний фотона) за время t .

Физика, однако, исходит из того, что свет — не просто
волна, что он имеет двойственную корпускулярно-волновую
природу. Откуда же возникает это представление?

О наличии у света волновых свойств свидетельствует интерференция световых лучей. Она происходит только у волн и заключается в таком их совмещении, когда образуется новая волна с результирующими значениями амплитуды, длины, частоты.

Но раз световой луч — волна, то энергия электронов, выбитых светом из металла — это явление называется фотоэффектом — должна зависеть от интенсивности света. Однако энергия этих электронов зависит не от интенсивности света, а от его частоты. Поэтому считается, что в фотоэффекте свет ведет себя как поток корпускул, частиц — фотонов с энергией $h\nu$.

Между тем концепция корпускулярно-волнового дуализма становится излишней, если фотон не корпускула, а волна, и световой луч не единая волна, а множество волн — фотонов. Тогда поскольку фотоны — волны, они интерферируют, а поскольку энергия фотона равна $h\nu$, где h — постоянна, а ν — переменна, и в фотоэффекте один фотон выбивает один электрон, то энергия этого электрона оказывается зависящей не от интенсивности света, а от его частоты, т. е. частоты фотона.

Гипотеза о том, что фотон — это рондовая волна с фронтом в один ронд дает основание высказать предположение, отвечающее и на другой вопрос: почему скорость света не зависит от скорости его источника? Заключается оно в следующем. Любой источник всегда испускает поток движущихся на разных скоростях фотонов. Наблюдатель же фиксирует из этого потока только тот, с которым сближается со скоростью s , и не обнаруживает остальные, ибо при скорости их сближения меньшей с слишком мала сила, а при большей s — время удара ронда о тело для того, чтобы наблюдатель такой фотон зафиксировал. Впрочем, это предположение нуждается в уточнении. Энергия зарегистрированного фотона всегда меньше энергии испустившего его источника на величину нулевой энергии, равную $h\nu/2$. Вероятно, как нулевую энергию наблюдатель фиксирует те фотоны, чья скорость относительно него не равна s .

Поясним сказанное примером. Пусть наблюдатель и источник света покоятся относительно друг друга. Наблюдатель заметит фотон, движущийся со скоростью s и относительно него, и относительно своего источника. Если же наблюдатель будет удаляться от источника со скоростью v , он перестанет замечать прежний фотон, ибо скорость этого фотона относительно наблюдателя составит $s-v$. В этом случае он обнаружит другой фотон, движущийся со скоростью $s+v$ относи-

тельно своего источника и, значит, со скоростью с относительно наблюдателя. Наблюдателю же будет казаться, что в обоих случаях он видит один и тот же фотон. Отсюда и возникает представление о независимости скорости света от скорости его источника и, следовательно, об относительности длин и промежутков времени.

Эти рассуждения, однако, сталкиваются с определенной трудностью. Энергия всех элементарных частиц, а не только фотонов, равна $h\nu$. Поэтому можно допустить, что все они — рондовые волны. Но энергия фотонов фиксируется равной $h\nu$, поскольку они обнаруживаются лишь на скорости c . Другие же элементарные частицы, скажем, электрон, обнаруживаются и на меньших скоростях. Как же это становится возможным?

Для ответа на этот вопрос сравним электрон и фотон. Электрон, в отличие от фотона, имеет заряд. Что же такое заряд? Коль скоро электрон и фотон, как и все элементарные частицы, состоят из одинаковых рондов, то заряд — это некая структура, некое движение. Предположим, заряд — вращение рондов. Тогда заряд и его поле — рондовый вихрь, иными словами, заряженная элементарная частица — вращающийся фотон.

Подобная интерпретация заряда снимает указанную трудность. Когда заряженная частица движется поступательно, составляющие ее ронды движутся по спирали. Тот наблюдатель, относительно которого скорость спирального движения ее рондов составит c , и обнаружит данную частицу. Остальные зарегистрируют ее как нулевую энергию. По аналогии с фотонами можно допустить, что и заряженная элементарная частица всегда движется в потоке тождественных ей и имеющих разные скорости относительно своего общего источника частиц. С изменением скорости этого источника относительно наблюдателя он перестает замечать ту частицу, что регистрировал раньше, и заметит другую, скорость спирального движения рондов которой относительно наблюдателя составит c . Поскольку же эти частицы тождественны, наблюдателю будет казаться, что он видит одну и ту же частицу, и, как в случае с фотонами, у него возникнет представление об относительности длин, промежутков времени, а также масс.

Вообще можно предположить, что, подобно тому, как электромагнитное взаимодействие порождается электрическим зарядом, так и слабое взаимодействие вызывается слабым зарядом, а сильное — цветовым. Получается, все элементарные частицы, кроме фотона, заряженные. Если ско-

рость спирального движения рондов заряженной частицы относительно фиксирующего ее наблюдателя равна c , то скорость поступательного движения самой частицы относительно этого наблюдателя будет меньше c . Но, скажем, нейтрино — частица со слабым зарядом — обнаруживается только на скорости c . Однако это говорит лишь о недостаточной точности измерений. Известно, что все измерения скорости света, скорости элементарных частиц сохраняют определенный допуск.

Трактовка заряда и его поля как вихря позволяет выяснить:

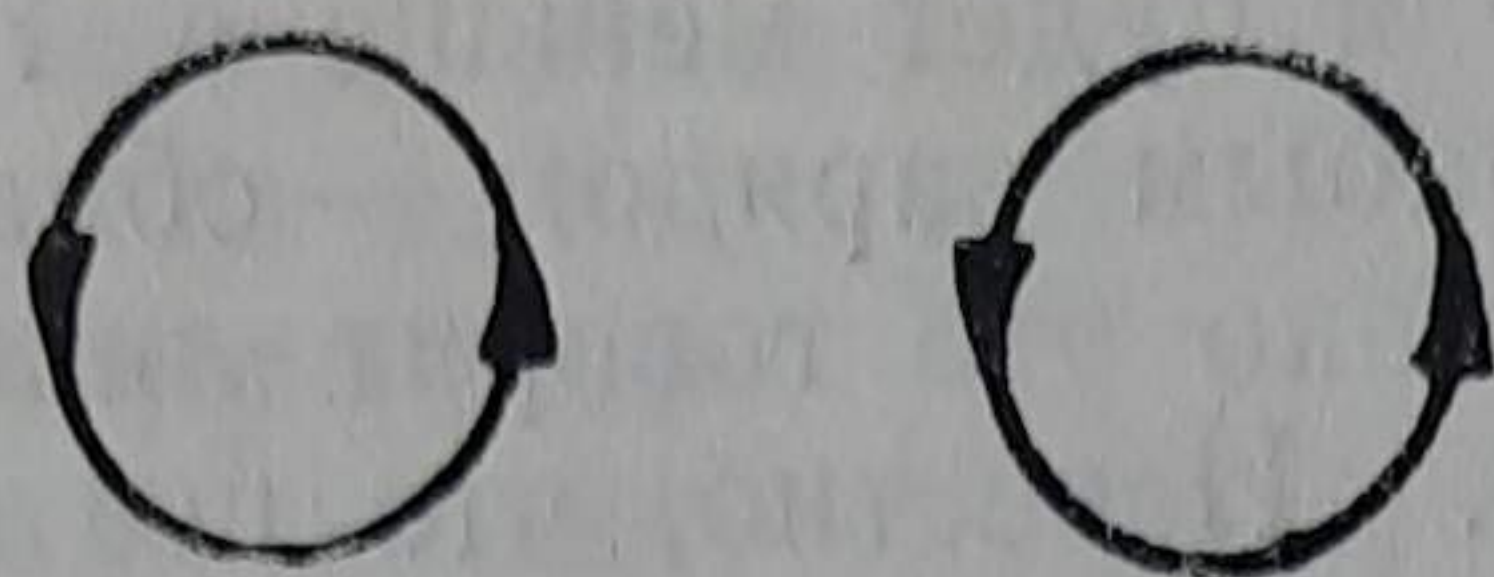
- 1) что такое энергия покоя;
- 2) как взаимодействуют заряды, почему одноименные заряды отталкиваются, а разноименные притягиваются;
- 3) что такое тяготение;
- 4) что такое спин.

Начнем с первого вопроса. Наблюдатель сочтет покоящейся ту частицу, чья скорость поступательного движения относительно него равна нулю. Но как же заметит ее наблюдатель, ведь все частицы состоят из рондов, а ронды обнаруживаются только на скорости c ? Фотон он, действительно не заметит, а заряженную частицу заметит, раз у нее кроме поступательного есть и вращательное, зарядовое движение. И заметит ее при условии, что скорость зарядового, вращательного движения ее рондов относительно него равна c . Зафиксированные таким образом масса и энергия частицы есть ее масса и энергия покоя. Отсюда ясно, что масса и энергия покоя есть только у заряженных частиц, у фотона массы и энергии покоя быть не может. Поэтому современная теория и рассматривает превращение в фотоны заряженных частиц как экспериментальное доказательство положения об эквивалентности массы и энергии. Но это явление соответствует классическим взглядам на природу массы и энергии, раз фотон есть движение классических, обладающих массой частиц — рондов.

Согласно теории относительности, энергия покоя равна mc^2 . Такой же вывод следует и из наших предпосылок. Когда скорость тела массы m увеличивается от 0 до v и в среднем равна $v/2$, его кинетическая энергия $E = mv^2/2$. Поскольку заряд — это вращение фотона, а фотон регистрируется лишь на скорости c , энергия покоя оказывается равной mc^2 , а не $mc^2/2$.

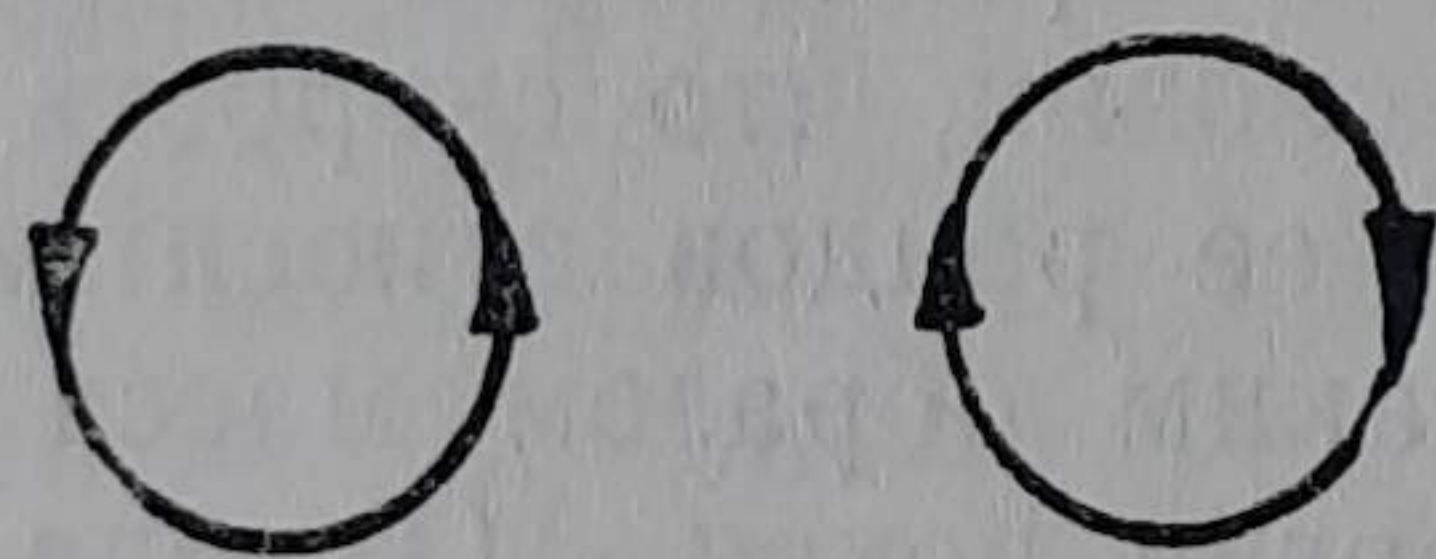
Рассмотрим взаимодействие зарядов. Прежде всего отметим, что если заряд и его поле — рондовый вихрь, то знак

заряда — направление вращения этого вихря. Скажем, взаимодействуют два заряда одного знака.



Оси вращения у них параллельны, и вращение идет в одном направлении. Но в той области, что находится между этими зарядами, составляющие их ронды движутся в противоположных направлениях. Здесь они сталкиваются, теряют скорость, меняют направление своего движения. Однако в эту область продолжают двигаться ронды с иных сторон зарядовых вихрей. В результате плотность рондовой среды и, значит, ее давление на одноименно заряженные частицы между ними становятся выше, чем с иных их сторон. Из-за этой разницы в давлении рондовой среды одноименно заряженные частицы и удаляются друг от друга.

В области же соприкосновения разноименных зарядовых вихрей составляющие их ронды движутся в одном направлении и не сталкиваются, как в первом случае.



Но зарядовые вихри вовлекают в свое движение окружающие их ронды. Рондовая среда, находящаяся между разноименными зарядами, рассасывается ими обоими. На ронды, находящиеся по другие стороны этих вихрей, подобным образом действует только один, ближайший к ним заряд. В результате плотность рондовой среды и, значит, ее давление на разноименно заряженные частицы между ними становится ниже, чем с иных их сторон. Из-за этой разности в давлении рондовой среды разноименно заряженные частицы и сближаются друг с другом.

Однако здесь возникает трудность. Получается, что зарядовые вихри имеют лишь два направления вращения. Непонятно, чем вызвано такое ограничение. Естественно предположить, что таких направлений может быть множество и оси зарядов могут быть ориентированы совершенно произвольно. Вероятно, так и есть на самом деле, а оси зарядов становятся

ся параллельными при их взаимодействии. Попробуем оценить максимальную величину необходимого для этого времени и рассмотрим предельный случай, когда оси, допустим, электронов перпендикулярны друг другу.

Если ориентация оси одного электрона не меняется, то для того, чтобы стать ей параллельной, оси другого электрона нужно повернуться на 90° . Скорей же всего ориентацию меняют оси обоих электронов, поворачиваясь при этом, следовательно, на $90^\circ : 2 = 45^\circ$. При этом точка окружности электрона проходит $45^\circ : 360^\circ = 1/8$ ее длины, проходит за время

$$t_3 = \frac{2\pi r_3}{c} \cdot \frac{1}{8} = 2,6 \cdot 10^{-24} \text{ сек} \quad (r_3 \approx 10^{-13} \text{ см — радиус электрона}).$$

На очереди гравитация. Почему же притягиваются тела? И притом с той же силой, что сопротивляются ускорению? Попробуем ответить на эти вопросы, используя нашу гипотезу заряда. Тела состоят из протонов, нейтронов, электронов, т. е. частиц, обладающих теми или иными зарядами. Допустим, находятся рядом не испытывающие воздействия иных тел тело А и тело Б. Составляющие их зарядовые вихри втягивают в свое вращение окружающие их ронды. Следовательно, чем ближе, например, к телу А и чем больше его масса, тем ниже плотность рондовой среды. Поэтому у ближайшей к телу А стороны тела Б плотность рондовой среды будет ниже, чем у самой дальней его стороны. Так же меняется и плотность рондовой среды близ тела А относительно тела Б. Таким образом, плотность, а значит, и давление рондовой среды на тела А и Б между ними ниже, чем с противоположных их сторон. Из-за этой разницы в давлении рондовой среды тела сближаются друг с другом. В этом и заключается механизм тяготения. Согласно данной модели, не существует порождающегося гравитацию особого заряда и образованной им гравитационной массы, а сила тяготения тела прямо зависит от его инертной массы — меры сопротивления ускорению.

Остается спин. Спин — это момент количества движения элементарной частицы, т. е., с точки зрения классической физики, произведение массы на скорость и радиус ее вращения. Считается, однако, что классическое понимание спина не применимо к элементарным частицам: что может у них вращаться? Согласно же излагаемой здесь концепции, такое вращение у них есть, это — заряд.

Заряженная элементарная частица представляет собой вращающийся фотон. Фотон, как известно, поперечен: его движение есть чередование гребней и впадин.

Тогда траектория поступательного движения заряженной частицы представляет собой винтовую линию. В движении по винтовой линии выделяются прямолинейно-поступательная и вращательная составляющие. Момент количества вращательного (зарядового) движения элементарной частицы и есть спин.

Между тем предполагается, что спин есть и у фотона, хотя у фотона нет заряда. Как вращение у фотона можно интерпретировать движение по траектории «гребень—впадина». В таком случае спин фотона — это момент количества движения по этой траектории.

Фотон движется только по прямой линии, в движении же заряженной частицы есть прямолинейно-поступательная и вращательно-зарядовая составляющие. Вероятно, в среднем на каждую составляющую приходится половина энергии заряженной частицы. Поэтому, если спин фотона равен \hbar , то спин заряженной элементарной частицы равен $\hbar/2$.

Итак, сформулированы ответы на все поставленные в статье вопросы. Эти ответы основывались на гипотезе о том, что элементарные частицы — это рондовые волны и рондовые вихри (здесь сохраняется привычный термин «элементарные частицы», хотя было бы точнее заменить его термином «элементарные волны»). Однако этим не исчерпывается потенциал рондовой гипотезы. Она позволяет высказать и предположение о составе элементарных частиц.

При распаде нестабильной элементарной частицы появляются другие элементарные частицы. Но рождаются ли они в распаде или она состоит из них? Последнее возможно при условии, что у всех этих частиц есть какая-то общая основа. Не видя ее, наука предпочла первый вариант. Но тогда непонятно, почему одни частицы распадаются, а другие нет. Почему, скажем, распадается мюон и не распадается электрон.

Данная модель предлагает такую основу, а именно — ронды. Раз все элементарные частицы состоят из одних и тех же частиц — рондов, то можно предположить, что нестабильные элементарные частицы состоят из тех элементарных частиц, на которые распадаются, в конечном счете из стабильных; при распаде возможны аннигиляция и рождение пар «частица — античастица». Стабильные же частицы не состоят из других элементарных частиц и потому не распадаются. Так, фотон стабилен. Это рондовая волна с фронтом в один ронд. Стабильно и нейтрино. Оно участвует в слабых взаимодействиях. Следовательно, нейтрино — это фотон со слабым зарядом. Стабилен и электрон, участвующий в сла-

бых и электромагнитных взаимодействиях. Значит, электрон — это нейтрино с электрическим зарядом. Казалось бы, гипотеза о том, что нестабильные частицы состоят из стабильных, противоречит тому факту, что адроны, сильно взаимодействующие частицы (протон, нейтрон, пион и т. д.) состоят из кварков, а распадаются не на кварки, а на лептоны, слабо взаимодействующие частицы (нейтрино, электрон, мюон и т. д.). Но это противоречие снимается, если предположить, что специфические характеристики адронов, их квантовые числа, отличающие кварки друг от друга, — странность, очарование, красота, тяжесть — это, как и цвет, заряды (все эти заряды назовем кварковыми), а кварки — это лептоны с кварковыми зарядами.

Если кварки — это лептоны с кварковыми зарядами, то появляется возможность выяснить:

- 1) что такое кварк-лептонная симметрия;
- 2) стабилен ли протон;
- 3) почему электрический заряд любого тела кратен заряду электрона.

Кварк-лептонная симметрия обнаруживается, в частности, в равенстве числа кварков числу лептонов. Ее существование становится понятным, если предположить, что особый кварк — это особый лептон с особым набором зарядов, в том числе обязательно кварковых, и в этом наборе всегда есть заряд сильного взаимодействия — цвет, поскольку кварки — сильно взаимодействующие частицы.

Допустим,

d-кварк — это электронное нейтрино (ν_e) с цветом;

u-кварк — это электрон (e^-) с цветом;

s-кварк — это мюонное нейтрино (ν_μ) со странностью и цветом, и странность может быть только у ν_μ ;

c-кварк — это отрицательный мюон (μ^-) с очарованием и цветом, и очарование может быть только у μ^- ;

b-кварк — это тау-нейтрино (ν_τ) с красотой и цветом, и красота может быть только у ν_τ ;

t-кварк — это отрицательный тау-лептон (τ^-) с тяжестью и цветом, и тяжесть может быть только у τ^- .

Отрицательные мюон и тау-лептон мы сочли частицами, а не античастицами, исходя из того, что в них содержится электрон, считающийся частицей, а не античастицей.

Получается, протон нестабилен. Раз он состоит из лептонов с кварковыми зарядами (кварков), то может распасться на эти лептоны. Выход, есть лишь одна стабильная частица

с электрическим зарядом — электрон. Поэтому электрический заряд любого тела кратен заряду электрона.

Предполагается, однако, что у кварков дробные электрические заряды — $1/3$, $2/3$ заряда электрона — и что именно поэтому электроны при рассеянии на нуклонах, т. е. протонах и нейтронах, распределяются примерно в соотношении $2/3 : 1/3$. Но такой вывод был бы справедлив при условии, что электрон взаимодействует лишь с электрическими зарядами нуклонов. Если же заряды и их поля — это вихри, то, выходит, заряды разных типов могут взаимодействовать между собой. Сталкиваясь с нуклоном, электрон попадает в поле цветового заряда, а он на два порядка сильнее электромагнитного. Следовательно, электрон при рассеянии на нуклоне взаимодействует с его цветовыми зарядами. Состоит же нуклон из двух цветных кварков и одного цветного антикварка. Поэтому электроны при рассеянии на нуклоне и распределяются примерно в соотношении $2/3 : 1/3$.

Подведем итог нашим исследованиям. Мы построили модель, показывающую, что такое элементарные частицы, из чего они состоят и в чем заключается общая основа их взаимодействий. Посмотрим теперь, способна ли эта модель служить инструментарием в конкретных расчетах, давать количественные оценки, совпадающие с уже полученными иным путем, и конкретные предсказания, допускающие экспериментальную проверку. Попробуем, используя нашу модель, вычислить массы нейтрино (ν_e, ν_μ, ν_τ), пи-мезона (π^\pm) и топония.

Для того чтобы определить массу тела, нужно знать его плотность и объем. Определим объем v_e исходя из того, что оно представляет собой вихрь. Радиус этого вихря есть радиус взаимодействия, в котором участвует нейтрино, а участвует оно только в слабых взаимодействиях. Значит, радиус нейтрино — это радиус слабого взаимодействия, равный примерно $2,5 \cdot 10^{-16}$ см. Если допустить, что по форме зарядовый вихрь близок к шару, то объем $V_v \approx 0,65 \cdot 10^{-46}$ см³.

Плотность же v_e , вероятно, близка к плотности атомного ядра. Дело в том, что атомные ядра состоят из d- и u-кварков, а как следует из нашей схемы кварк-лептонной симметрии, d-кварк — это нейтрино с цветовым зарядом, u-кварк — это нейтрино с цветовым и электрическим зарядом. Плотность атомного ядра находится в пределах от $2 \cdot 10^{14}$ до 10^{15} г/см³. Тогда $1,3 \cdot 10^{-32}$ г $\leq m_{\nu_e} \leq 6,5 \cdot 10^{-32}$ г или $7,3$ эв $\leq m_{\nu_e} \leq 36,5$ эв.

Это совпадает с экспериментальными данными и космологическими расчетами массы ν_e .

Массы ν_μ и ν_τ определяются с помощью высказанной выше гипотезы о том, что особый кварк — это особый лептон, с особым кварковым зарядом. Предположим, что каждый кварковый заряд увеличивает массу «своего» нейтрино в одинаковое количество раз и потому отношение массы нейтрино с кварковым зарядом к массе того же нейтрино без кваркового заряда одинаково для всех сортов нейтрино:

$$\frac{m_d}{m_{\nu_e}} = \frac{m_s}{m_{\nu_\mu}} = \frac{m_b}{m_{\nu_\tau}} \quad (2)$$

Попробуем теперь вычислить массу каждого из этих кварков (ту, что у него есть в адроне). Но сначала нужно узнать массу u-кварка. Масса частицы определяется ее зарядами. Если u-кварк — это электрон с цветом, то его масса во столько же раз больше массы электрона без цвета, во сколько сильное взаимодействие интенсивней электромагнитного — в 137 раз. Тогда $m_u = 137 m_e = 137 \cdot 0,51 \text{ МэВ} = 69,9 \text{ МэВ}$ ($\text{МэВ} = 10^6 \text{ эВ}$). От u-кварка d-кварк отличается только тем, что не имеет электрического заряда. Поэтому

$$m_d = \frac{136}{137} m_u = 69,4 \text{ МэВ.}$$

Теперь, кстати, у нас появилась возможность определить массу π — мезона, поскольку он образован этими двумя кварками. Вообще любой мезон состоит из кварка и антикварка. (Запомним это положение, оно пригодится нам в дальнейшем). Так, у π^- есть отрицательный электрический заряд и цвет. Значит, π^- состоит из u-кварка и \bar{d} -антикварка. Сумма вычисленных нами их масс $69,9 + 69,4 = 139,3 \text{ (МэВ)}$. Это почти равно экспериментально определенной массе π^\pm — 139,6 МэВ.

Обратимся к s- и b-кваркам. Масса странного кварка представляет собой разность между массой странного адрона и общей массой всех других входящих в его состав кварков. Аналогичным образом определяется и масса красивого кварка. Адроны же необходимо выбрать такими, чтобы m_s и m_b оказались минимальными. Иначе может случиться, что общая масса кварков — а вычисляется только та масса кварков, которая у них есть в адроне — окажется больше массы какого-то составленного ими адрона.

Этому условию удовлетворяют, например, K^+ и B^+ - мезоны. У K^+ есть странность и положительный электрический

заряд, значит, состоит он из s-кварка (странного цветного ν_μ) и \bar{u} -антикварка. У B^+ есть красота и положительный электрический заряд, значит, он состоит из b-кварка (красивого цветного ν_τ) и \bar{u} -антикварка. Тогда

$$m_s = m_K^+ - m_u^- = 493,7 - 69,9 = 423,8 \text{ (МэВ)},$$

$$m_b = m_B^+ - m_u^- = 5270,0 - 69,9 = 5200,1 \text{ (МэВ)}.$$

Если допустить, что $m_{\nu_e} = 22$ эв, т. е. среднему арифметическому установленных выше ее крайних значений, то из уравнения (2) получаем:

$$m_{\nu_\mu} = \frac{m_s \cdot m_{\nu_e}}{m_d} = 134,3 \text{ эв},$$

$$m_{\nu_\tau} = \frac{m_b \cdot m_{\nu_e}}{m_d} = 1648,2 \text{ эв}.$$

Остается экспериментально проверить эти результаты.

Теперь перейдем к топонию и попытаемся узнать массу t-кварка. Согласно гипотезе о природе кварк-лептонной симметрии, t-кварк — это тау-лептон с кварковым зарядом — тяжестью. Тау-лептон, как и мюон, нестабилен. Допустим, для нестабильных лептонов действует такое же правило, как для нейтрино: отношение массы нестабильного лептона с кварковым зарядом к массе того же лептона без кваркового заряда одинаково для всех нестабильных лептонов:

$$\frac{m_c}{m_\mu} = \frac{m_t}{m_\tau}. \quad (3)$$

Массы μ и τ известны (соответственно 105,7 и 1682,0 МэВ), попробуем вычислить массу c-кварка — по тому же принципу, что и массы s- и b-кварков. Она минимальна в F^- -мезоне, обладающем отрицательным электрическим зарядом, очарованием и странностью. Значит, он состоит из c-кварка (очарованного цветного μ^-) и \bar{s} -антикварка (странного цветного $\bar{\nu}_\mu$). Тогда $m_c = m_{F^-} - m_s^- = 2039,0 - 423,8 = 1615,2 \text{ (МэВ)}.$

Из уравнения (3) получаем:

$$m_t = \frac{m_c \cdot m_\tau}{m_\mu} = 27,2 \text{ (ГэВ)}.$$

Следовательно, масса топония $m_{tt^-} = 27,2 \text{ ГэВ} \cdot 2 = 54,4 \text{ ГэВ}$ ($\text{ГэВ} = 10^9 \text{ эв}$), что близко к ожидаемой величине.

Э. А. Никонова

КЛЕТКА — САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ВОЛНОВАЯ СИСТЕМА

Предложена модель самоорганизации клетки как автоколебательной системы, состоящей из «квантового» генератора электромагнитоакустических колебаний (рабочее вещество — водный раствор макромолекул в метастабильном состоянии, резонатор — мембрана) и колебательного элемента (спирализующуюся нить хромосомной ДНК), возбуждающего механическое волновое поле внутри резонатора.

Работа живой клетки как целостной системы, уровень организации которой достигает самовоспроизведения, всегда оставалась недоступной для физического объяснения. К ее удивительным свойствам в последнее время добавились новые: экспериментально зафиксировано бесконтактное взаимодействие клеток (передача патологического состояния от больных клеток к здоровым через кварцевое стекло) [1], дистантная передача межвидовой генетической информации посредством СВЧ-связи [2], космофизическое и психофизическое влияние на протекание клеточных процессов.

Исторически сложилось так, что представление о клетке как об элементарной единице живой материи формировалось в середине прошлого столетия одновременно с представлением о единстве химической природы органических (получаемых из организмов) и неорганических веществ, и это с самого начала обусловило применение точных методов аналитической химии для исследования обменных клеточных процессов. С тех пор эти направления исследования срослись неразрывно и приучили воспринимать клетку как химический реактор, работу которого можно понять исключительно на основе анализа преобразований ее вещественного содержания; отсюда понятие биомолекулы стало ассоциироваться

главным образом с ее возможностями, проявляющимися при контактных взаимодействиях.

Давно уже замечено, однако, что представление о клетке как о химическом реакторе ведет к неразрешимому противоречию. Корень его в том, что протекание химических процессов предполагает участие огромного количества молекул, находящихся в состоянии хаотического теплового движения и за счет этого сталкивающихся между собой, что приводит к обмену атомами между ними; этот процесс подчиняется статистическим законам и, благодаря зависимости от теплового движения, сопровождается повышением энтропии в системе. Между тем клетка демонстрирует строгую пространственно-временную упорядоченность событий и филигранную четкость надмолекулярных образований, не согласующуюся со статистическим описанием. Именно негэнтропийные проявления живого составляют его основную отличительную особенность. Современная биофизика продолжает искать возможные пути возникновения «порядка из хаоса», однако пытается разрешить это противоречие, не выходя за его пределы.

Вырваться из плена представлений о том, что работа клетки сводится исключительно к протеканию в ней химических процессов и в ней царят статистические законы, впервые удалось почти полвека назад Шредингеру. С позиций обобщенных квантово-механических представлений он предсказал, что веществом, способным к хранению и передаче генетической информации, должно быть твердое тело — аперiodический (т. е. способный выполнять кодирующую функцию) кристалл, который, уточнил Шредингер, может быть весьма гибким [3]. Предсказание Шредингера вскоре полностью подтвердилось открытием роли нуклеиновых кислот в передаче наследственной информации и установлением структуры их полимерных нитей — аперiodических по последовательности четырех различных оснований и регулярных («кристаллических») по сахарофосфатам. Расшифровка генетического кода выявила точное соответствие между определенными последовательностями нуклеотидов — генами — и синтезом определенных белков, которое, однако, не поддавалось описанию на языке биохимических взаимодействий и было признано специфически биологической формой преобразования, не редуцируемой к физико-химическим процессам; поэтому «генетической программе» была приписана ответственность за все структурно-функциональные особенности проявления живой клетки.

Однако выводы Шредингера были, вообще говоря, гораздо шире поставленной им узкой задачи о веществе наследова-

ния. «Мы, кажется, приближаемся к смехотворному выводу, будто бы ключ к пониманию жизни заключается в том, что она имеет чисто механический характер и основана на принципе часового механизма в том смысле, который придает этому значению Планк» (подразумевалась работа Планка «Динамический и статистический тип закона»). В качестве примера динамических процессов приводились колебания часового маятника или закручивание нити крутильных весов. Динамические законы, по Шредингеру, могут проявляться в клетке на уровне взаимодействия единичных молекул, рассматриваемых как «зародыши твердого тела».

Представление о белковых молекулах как о твердотельных конструкциях впоследствии нашло отражение в концепции «белок—машина», где оно используется для объяснения ферментативных процессов как контактных взаимодействий механоподобного типа. Однако создание системной динамической модели клетки не стало тогда актуальной задачей биофизики — подсказка Шредингера оказалась преждевременной.

Попытка представить динамическую модель структурных преобразований, предшествующих делению клетки, дана в работе [4], где хромосомная нить ДНК — огромная молекула в центре клетки — впервые рассмотрена не только как носитель генетической информации, но как механическое упругое тело в режиме крутильно-изгибных автоколебаний, способное возбуждать ударные механические волны в окружающей жидкой среде, и как следствие — сепарировать по массе находящиеся в ней включения, перераспределяя их в пространстве клетки. Было высказано предположение, что причиной такого поведения нити является предварительно-напряженное состояние, обусловленное нативной осевой завивкой нити и фиксируемое замыканием ее в кольцо (или защемлением концов ее отрезков в ядерной оболочке). Стремясь снять предварительное напряжение, эта нить под действием механических импульсов, сопровождающих ферментативные взаимодействия белков среды, осуществляет крутильно-изгибные колебания, переводящие ее в многоуровневое суперспирализованное состояние посредством образования биспиральных отростков и свивания их между собой. Этот процесс сопровождается глобулизацией, т. е. стягиванием длинной нити в малый объем (описываемый обычно как «компактизация хромосом»), а затем распусканием нити в большом объеме жидкой среды при деспирализации, наступающей в результате исчерпания подводимой энергии. Это задает преимущественное направление распространения волнового поля клетки, из-

меняющееся от центростремительного к центробежному в течение клеточного цикла; частота и интенсивность поля изменяются при этом по сложному закону.

Поскольку деспирализация нити протекает достаточно бурно, в жидкой среде — гетерогенной цитоплазме клетки — образуются пузырьки «(везикулы)», наблюдаемые под микроскопом. Они разносятся к периферии ударными волнами, при этом уплощаются ими в радиальном направлении и в результате сливаются друг с другом, образуя двойную сферическую оболочку. Эта оболочка растягивается идущими от деспирализующейся хромосомы волнами до тех пор, пока внутренняя и наружная сферы не сомкнутся между собой, образовав характерную двойную мембрану (не отличающуюся по строению от клеточной мембраны), которая ограничивает центральную область клетки — ядро. Поскольку на поверхности пузырьков гидрофобные молекулы липидов располагаются одинаково, хвостами внутрь, образовавшаяся двойная мембрана ядра имеет типичное для всех клеток упорядоченное симметричное расположение липидных молекул — хвостами друг к другу, с вкрапленными в нее случайным образом белковыми глобулами, вследствие своих размеров «прошивающих» обе мембраны. На внутренней стороне ядерной мембраны послойно осаждаются разносимые волнами белки ламины. Слившиеся пузырьки, не использованные для образования ядерной мембраны, продолжают свое движение за ее пределами в виде стопок уплощенных цистерн, плывущих к периферии клетки, и образуют так называемый аппарат Гольджи, посредством которого осуществляется секреция веществ из клетки. Имеется ряд других характерных явлений, хорошо согласующихся с предложенной молекулярно-волновой интерпретацией ее работы.

Организирующая роль в этих процессах принадлежит упругой хромосомной нити ДНК, возбуждающей механический волновой процесс в жидкой среде клетки. Каждая клетка, образовавшаяся в результате деления, получает «заряженные» потенциальной энергией предельно компактизованные хромосомы. Деспирализуясь, нить ДНК «по инерции» раскручивает и свою нативную завивку. Это приводит к разрыванию водородных связей между комплементарными основаниями, в результате чего нить расщепляется; как известно, на каждой из половин образуется молекулярная структура, дополняющая нить до исходной, т. е. происходит удвоение ДНК, и спирализация продолжается уже в двух идентичных нитях. В результате в клетке образуются два взаимоотталкивающихся волновых поля, обуславливающих ее деление.

Динамическая модель клетки может быть принята к рассмотрению, если имеются предпосылки для объяснения ее генезиса. Каким же образом могла образоваться динамическая система на базе абиогенных молекул в ходе химической эволюции?

Бесспорно, что химическая эволюция шла по пути создания все более сложных и соответственно больших по размерам макромолекул, у которых все более заметно проявлялись свойства мельчайшего твердого тела, в частности, упругость. Упругие колебания частей макромолекулы, ее отдельных звеньев, обуславливают характерный для каждой из них гипер акустический спектр. Если бы эти колебания могли распространяться в окружающей макромолекулу жидкой среде, появилась бы возможность дистантного влияния макромолекул друг на друга, открывающая широкие возможности их самоорганизации. Но расчеты показывают, что столь высокочастотные акустические колебания мгновенно затухают при той вязкости среды, которая характерна для воды, и это обстоятельство наложило запрет на развитие биофизики дистантных молекулярных взаимодействий.

Выход из этого тупика может быть найден, однако, в предположении, что, поскольку эти колебания очень слабы, они распространяются необычным образом — не как чисто акустические, а как волны особой, комплексной природы, сочетающей акустическую и электромагнитную составляющие. Это представляется возможным благодаря способности воды находиться при физиологических температурах в связанном, упорядоченном состоянии, при котором ее поляризованные (дипольные) молекулы образуют регулярную сеть; при этом находящиеся в воде белковые молекулы также впаяны в эту сеть водородными связями («гидратированы»). Поэтому сверхслабые упругие колебания звеньев макромолекул — а они в то же время представляют собой и колебания зарядов, т. е. дают начало распространению электрической волны, — могут распространяться как колебания диполей, не нарушая их связности, т. е. как электрические, тогда как электрическая волна благодаря электрострикции переходит в слабую акустическую, и так далее. В результате такой взаимоподдержки в воде распространяется особая — электромагнито-акустическая — волна. (Под акустическими обычно понимают упругие волны, распространяющиеся в сплошных средах; поскольку в рассматриваемом нами случае длина волны оказывается соизмерима с размерами атомов, понятие сплошной среды теряет смысл, и явления приобретает некоторые особенности, здесь не рассматриваемые).

Распространение в воде — хотя бы и на небольшие расстояния — ЭМАК-колебаний открывает разнообразные возможности взаимодействия между макромолекулами. Рассмотрим схематично важнейшие из них.

1 Во-первых, макромолекула, оказавшись в сфере сильного волнового поля соседствующей к ней макромолекулы другого типа, изменяет свою конформацию и, следовательно, свойства; при этом между ними может происходить обмен атомами или частицами в зоне краевого контакта. Это, по сути, и есть то, что принято называть ферментативными взаимодействиями, инициирующими различные химические реакции.

2 Во-вторых, между одинаковыми макромолекулами устанавливается резонансное взаимодействие, сопровождающееся синхронизацией колебаний и пространственной взаимоориентировкой макромолекул; в случае, если «ведущие» колебания находятся в противофазе, макромолекулы будут сближаться друг с другом и, благодаря правильной взаимоориентированности, вынужденно полимеризоваться (первичное проявление структурогенеза).

3 Далее, среди конформационных состояний, приобретенных макромолекулами в результате ферментативных взаимодействий, могут быть такие, которые сопровождаются запасанием определенного (одинакового для всех макромолекул одного вида) «кванта» механической и (или) электромагнитной энергии и переходом макромолекулы в метастабильное состояние; в результате они оказываются способными вынужденно излучать запасенный квант энергии под действием дошедшей до них волны, испущенной другой подобной макромолекулой. При этом достигнутая макромолекулами одинаковая ориентация обеспечит поддержание направления и фазы волны, создавая предпосылки для генерации когерентного излучения.

Наконец, можно предположить, что в результате резонансного взаимодействия может происходить вынужденная полимеризация макромолекул в метастабильном состоянии. Если в результате полимеризации образуется нить, замкнутая в кольцо, ее напряженное состояние окажется зафиксированным. Такая кольцевая нить, находясь в неравновесном состоянии (например, будучи перекрученной относительно своей оси), резко выходит из него под действием малейшего внешнего импульса и переходит в режим автоколебаний в форме раскручивания и закручивания, что сопровождается возникновением на данном участке биспирали. Образующиеся в длинных нитях биспирали соседних участков, встретившись основаниями, свиваются между собой, образуя глобулу

хромосомного типа. Такая нить может служить аккумулятором энергии слабых механических импульсов, поступающих из среды, причем накопление энергии идет постепенно, а разряжение, наступающее после их исчерпания, — более бурно (вообще говоря, на разных участках нити процесс может идти в противоположных направлениях, с общим преимуществом в одном из них).

Можно предположить, что уже в «первичном бульоне», подготовленном химической эволюцией, могли образоваться примитивные механически активные макромолекулы, представляющие собой потенциальное рабочее вещество для генерации когерентного излучения, а также кольцевые напряженные нити — аккумуляторы энергии, разряжающиеся в форме мощного импульса.

Нити-аккумуляторы конкурировали между собой за энергию окружающей среды. Возможно, при бурно протекающем разряде они могли разрываться и затем иногда соединяться в общее кольцо, образуя аккумулятор большей емкости. Среди прочих лидировали нити более упругие, а среди них — наиболее длинная. Спирализуясь и деспирализуясь, она действует в жидкой среде как пенообразующий венчик-сбивалка. Когда энергия нити достигла уровня, при котором она смогла вызвать в среде достаточно пузырьков и, разгоняя их, сформировать из них двухмембранную замкнутую оболочку, это означало обособление данной динамической системы от окружающей среды и образование резонатора, что автоматически привело к появлению электромагнитоакустического квантового генератора с механическим импульсным разрядом. Так возник прообраз безъядерной (прокариотической) клетки.

В зависимости от размеров и формы резонатор осуществляет выбор преимущественно генерируемых длин волн, усиливая их за счет других. На дальнейшем этапе развития системы она достигает мощности, необходимой для создания внутри нее второго резонатора, образовавшего ядро, и это означает появление эукариотической клетки (этот резонатор разрушается и восстанавливается в каждом цикле системы).

Клеточная мембрана, выполняя роль отражателя для слабых ЭМАК-колебаний, благодаря своей эластичности пульсирует под действием механического волнового поля. Интегрированные в ней белковые глобулы при этом периодически слегка растягиваются и сжимаются, выполняя таким образом роль насосных клапанов, прокачивающих молекулы и ионы, чем обеспечивается активный обмен веществом с окружающей средой. Кроме того, жидкопленочная мембрана генера-

тора прозрачна для солнечного излучения и использует его для дополнительной накачки путем запуска ферментативных процессов. Вещество и энергию, получаемые извне, генератор преобразует в высокоорганизованное когерентное излучение, возбуждающее внутри резонатора нелинейные процессы, на основе которых может получить объяснение специфический клеточный синтез белков, включая такие его особенности, как считывание с закодированной в ДНК генетической информации, а также нарушение зеркальной симметрии синтезированных молекул. Не вдаваясь здесь в описание предполагаемого механизма этого процесса, упомянем лишь тот общеизвестный факт, что белок синтезируется на рибосоме как линейная последовательность аминокислот (так называемая первичная структура белка), и лишь затем, на выходе из рибосомы, приобретает сложную пространственную структуру, определяющую его специфические свойства. Этот процесс происходит как бы в два этапа: сначала линейная цепочка завивается в различного типа спирали (вторичная структура белка), а затем уже они сворачиваются в компактную глобулу (третичная структура). Закономерность пространственных сближений одних участков с другими остается неразгаданной, вынуждая некоторых исследователей подразумевать наличие в ДНК, помимо известного генетического кода, определяющего первичную структуру белка, еще и дополнительные коды вторичной и третичной структур. Однако с точки зрения динамического подхода к макромолекулам, данное явление легко объяснимо — спирализация белка, как и спирализация хромосомной ДНК, является результатом снятия предварительных напряжений, характерных для синтезированной на рибосоме цепочки аминокислот и обусловленных особенностями принудительного синтеза, отличающегося от обычного, химического. Поскольку цепочки аминокислот гораздо более разнообразны по составу, чем нить ДНК, и неоднородность модуля упругости вдоль цепи выражена у них гораздо сильнее, то и характер спирализации отличается нерегулярностью. По мере спирализации белковой цепи отдельные ее участки, колеблющиеся с характерной для них частотой, начинают входить в резонансные взаимодействия, и резонансное сближение несмежных участков приводит к образованию глобулы. Ввиду сложного состава белковой молекулы она способна образовывать глобулы не одного, а нескольких определенных видов, т. е. находиться в разных метастабильных состояниях, характеризующихся определенными уровнями энергии, и переход на более низкий уровень сопровождается «квантом» излучения. Если процессы обра-

зования высокоэнергизованных белковых молекул в клетке превалируют над процессами, ведущими к их денатурации, клетка работает в режиме генерации ЭМАК-излучения.

Подводя итоги, можно сказать, что предложенная в качестве динамической модели клетки открытая самоорганизующаяся система, состоящая из электромагнитоакустического квантового генератора и расположенной внутри него предварительно-напряженной полимерной нити в режиме крутильно-изгибных колебаний, способна функционировать как элементарная живая клетка: осуществлять активный обмен веществом с окружающей средой в форме дыхания и питания, использовать солнечную энергию для своего развития, воссоздавать и поддерживать свою структуру, осуществлять специфический синтез белков и «размножаться путем деления». Есть аналогия и во внешнем поведении: пульсирующие генераторы в жидкой среде способны взаимодействовать на резонансной основе так, что это приводит либо к отталкиванию (например, убеганию малой системы от большой), либо к притяжению вплоть до полного поглощения малой системы большой или полного слияния равных систем («копуляция», дающая начало половому процессу).

Одно из важных преимуществ молекулярно-волновой модели клетки по сравнению с химической состоит в том, что она предполагает возможность обмена с внешней средой не только веществом и энергией, но и информацией, заключенной в параметрах волнового излучения. Это меняет наши представления о возможностях живой клетки и дает ключ к объяснению явлений, воспринимаемых нами сегодня как «аномальные».

Литература

1. В. П. Казначеев, Л. П. Михайлова. Сверхслабые излучения в межклеточных взаимодействиях. Новосибирск, Наука, 1981 г.
2. Ю. В. Цзян Каньчжен. Теоретические и экспериментальные доказательства биоСВЧ связи. Материалы первой Всесоюзной конференции «Биоинформэнерго 89». М., 1989 г.
3. Э. Шредингер. Что такое жизнь? — с точки зрения физика. М., Атомиздат, 1972 г.
4. Э. А. Никонова. Эвристический подход к роли хромосомной ДНК в организации и развитии клеточного цикла и его структур. Биофизика, 1989, № 2, ВИНТИ № 7595-B87 от 28 октября 1987 г.

П. П. Горяев, А. А. Васильев, А. А. Березин

ГЕНОМ КАК ГОЛОГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЬЮТЕР

Такие явления, как фантомный листовой эффект, лазерное измерение хромосом, мобильные диспергированные гены, «водные эквиваленты» различных форм ДНК, солитоны на ДНК трактуются с позиций функционирования как генома голографического компьютера.

За последние десятилетия в биологии получены результаты, которые не находят разумного объяснения. Устоявшиеся положения подвергаются сомнению, обнаруживаются явления, которые никак не вписываются в рамки привычных представлений.

Считалось, что геном — это наиболее стабильная структура организма, устойчивая именно потому, что обеспечивает наследование признаков родителей у потомства. Оказалось, что эта стабильность удивительным образом сочетана с непостоянством [1]. Геном подвижен на всех уровнях, начиная от определенных последовательностей ДНК (мобильные диспергированные гены и другие подвижные участки полинуклеотида), вторичной структуры ДНК (взаимопереходы А-, В-, Z-, С-, Ψ-, U-форм, а также предрасплетенная ее форма [2], кончая высшими жидкокристаллическими и другими лабильными топологиями ДНК в составе хромосом [3, 4]. Упразднена догма необратимого считывания информации ДНК → РНК → БЕЛОК: транскрипция идет не только с ДНК на РНК, но и в обратном направлении. Поколебалась и другая истина — не только белки являются ферментами, но и РНК (аутосплайсинг, рибозимы). Не существует убедительного объяснения тому факту, что большая часть ДНК в геноме высших биосистем (до 95—98%) не содержит генов

© — П. П. Горяев, А. А. Васильева, А. А. Березин.

и является как бы «эгоистической», т. е. воспроизводящей самое себя, но не играющей какой-то другой роли. По крайней мере, сейчас нет определенных данных о точной роли «эгоистической» ДНК [5].

Серию этих неожиданностей завершают данные о хромосомной ДНК как о биолазере с перестраиваемыми длинами волн излучаемых полей (300—800 нм) [6], что подтверждает активно оспариваемые теоретические положения о когерентных состояниях в биосистемах [7] и скептически оцениваемые ранее представления о полях — организаторах эмбриогенеза [8]. Это один ряд явлений, как бы не связанных между собой и не поддающихся осмыслению с позиции какой-то целостной концепции.

Построим второй ряд экспериментальных фактов и теоретических исследований, который на поверхностный взгляд плохо сопоставляется с первым. Это прежде всего не нашедшие до сих пор какой-либо трактовки эксперименты по так называемому «фантомному листовому эффекту» [9]. Он проявляется в том, что живой лист, если от него отрезать часть, в определенных электрических полях генерирует видимое глазом и фиксируемое фотопленкой фантомное изображение — точную копию отрезанной части. Затем, сюда же относится теоретическая работа [10], в которой математическим методом артефакта доказывается, что генетический немитохондриальный код эукариот обладает мощными групповыми симметриями, указывающими на несвойственную геному искусственную (экзобиологическую) интеллектуальную семантическую нагрузку. В теоретической работе [2] по структурированной воде в биосистемах и ее фрактальному росту показано, что льдоподобная «вода», взаимодействующая с биополимерами типа ДНК, РНК, коллагена, фосфолипидов, образует непрерывные структуры, которые по топологии, метрике и симметрии полностью тождественны этим полимерам. Например, «вода» в виде деспирационных модулей («модуль Бульенкова») по определенным алгоритмам может выстраиваться в спиральные ленты — точные копии А-, В-, Z-, С-форм ДНК и в дополнительную, ранее неизвестную, предрасплетенную форму ДНК. Такие водные копии ДНК и мРНК также способны к фрактальному росту, т. е. к повторению самих себя во все увеличивающихся масштабах. Ниже мы покажем высокую потенциальную важность такой фрактальности для самоорганизации биосистемы.

Имеется ли какая-либо функциональная связь между первым и вторым рядами явлений применительно к высшим биосистемам?

В очень малой степени мы уже пытались ответить на этот вопрос [11, 12]. В настоящей работе эти идеи развиваются в части солитонно-голографической парадигмы, которая в какой-то степени сводит два ряда перечисленных явлений в единую взаимосогласованную систему путем решения главного противоречия биологии. Это противоречие, о теоретической трудности которого писали с конца прошлого века [см. обзор 13], заключается в несопоставимости, «начала» и «конца», т. е. Гена и Признака, по крайней мере, для высших биосистем. Тривиальное утверждение, что хромосома содержит информацию о потенциальном организме, за внешней легкостью объяснения прячет нерешенные и большие проблемы.

Рассуждая так, обычно имеют в виду, что генетический нуклеотидный код хромосомной ДНК содержит «всю» информацию о будущем организме, развивающемся из яйцеклетки по исчерпывающей программе этого и только этого кода. Здесь незаметно отрицается очевидное, что значащие последовательности нуклеотидов ДНК (гены) явно кодируют только последовательности аминокислот в белках. Регуляторные последовательности, которые тоже называют генами, лишь аранжируют работу генетического кода. Можно ли на этом основании считать, что в последовательности нуклеотидов нет информации о макроструктуре многоклеточного организма? Однозначное «нет» было бы ошибкой, хотя бы потому, что кодируемые генами последовательности аминокислот автоматически сворачиваются (самоорганизуются) в трехмерные белковые структуры за счет гидрофобных и других взаимодействий пептидных цепей. Следовательно, в неявном виде информация о пространственной структуре белков в генетическом коде имеется. Неявная информация генов распространяется и дальше: белки, как известно, могут самособираться уже в субклеточные структуры (микротрубочки, цитоскелет и др.), а при взаимодействии с полинуклеотидами — в рибосомы, полисомы, хромосомы; при взаимодействии с липидами — в мембраны, эндоплазматический ретикулум. И наконец, самособираются даже вирусы и бактериофаги. Так, может быть, такой неявной, или параметрической [14], информации о последовательности ДНК достаточно, чтобы объяснить макроструктуру высших биосистем? Нет, недостаточно. Есть предел, за которым параметрические микроморфогенезы не работают. Такая самоорганизация никогда не приводит к сборке хотя бы единичных клеток, тем более организмов. Макроструктура высших биосистем предполагает некий скачок в кодирующих способностях генома, переход от одно-

мерных линейных генов к многомерным и нелинейным супергенам. Неприятие этого перехода — скачка — порождало и порождает кризисное состояние генетики, эмбриологии и биологии в целом как типичное следствие редукционистского мышления, когда Целый организм сводится к его Частям — генам. Но совокупность генов способна породить только совокупность белков, в лучшем случае, конгломерат клеточных субструктур и вирусов, которые отнюдь не являются целостными организмами.

Вместе с тем, давно доказано, что первичная информация о построении многоклеточного организма (как целого) существует и она находится не где-нибудь, а в хромосомах. Складывается порочный круг: хромосомы кодируют структуру организма, но известный генетический код всю структуру биосистемы не отображает. Положение еще более осложняется хорошо известными в генетике фактами, казалось бы, противоположного свойства, когда мутация по какому-то единичному гену, например, *tuh-3* *Dr. melanogaster* в присутствии аллельных генов *tuh-1ⁿ* или *tuh-1^g* вызывает превращение антенны на голове мухи в ногу, глаза в антенну, а также замещение антенны генитальными структурами [15].

Из этих данных, казалось бы, прямо следует, что ген *tuh-3* определяет морфогенез сложных и массивных частей тела насекомого. Как это осуществляет *tuh-3* и что он из себя представляет, совершенно неясно. Очевидно другое: какой-то фрагмент хромосомы *Dr. melanogaster* считают геном, ответственным за данные морфогенезы, но из цитируемой работы и аналогичных исследований никак не следует, что генетический код описываемых морфогенезов одномерен и линеен.

Где выход из этих противоречий?

В работе [8] выражена мысль о том, что нагрузка на гены (как векторы морфогенеза) слишком велика, и предложена компенсирующая идея полевых (или биополевых) функций хромосом. Несмотря на свою умозрительность, предлагаемая модель позволила стратегически правильно ориентировать экспериментальную работу.

Если принять идею хромосомного поля — организатора эмбрионального морфогенеза, то исходя из работы [8] мы должны «...пытаться применить дуалистическую схему», а это означает, что мы аргіогі допускаем кодирование пространства — времени организма на уровнях Вещества и Поля. По-видимому, такой подход позволит найти выход из порочного круга общепринятых в настоящее время чисто вещест-

венных генетических свойств ДНК. Но каким образом ДНК, будучи веществом, может экспрессировать наследуемые признаки, скажем геометрического характера, с помощью поля? Например, как в этом смысле наследуются форма и размеры листьев различных видов растений? Поставив вопрос так конкретно, мы вплотную подошли к супергенетической, полевой трактовке упоминавшихся выше экспериментов по «фантомному листовому эффекту» — ключевому факту в обосновании голографической памяти хромосом и всех последующих взаимосогласованных объяснений парадоксов и непонятных явлений в биосистемах. Однако прежде чем развивать теорию фантомного эффекта, мы проделали экспериментальную работу [12], в которой убедились, что такой эффект действительно существует, и что его можно воспроизводить как в искусственных электрических высоковольтных, высокочастотных полях, так и в естественных полях сверхслабого излучения растений.

Нам представляется, что объяснить фантомообразование у растений, а также у людей (так называемые фантомные боли утраченных конечностей) без привлечения принципов голографии, по-видимому, невозможно. Но если голографическая память коры головного мозга интенсивно изучается [16, 17], то фантомная память у растений, которая тоже является по сути ассоциативно-голографической, нуждается в объяснении. Найденный физико-математический формализм полевого восстановления образа утраченной части зеленого листа будет дан ниже в рамках понятия 4-волнового смещения и явления возврата Ферми-Паста-Улама. Здесь же мы проведем теоретико-биологический анализ ассоциативно-голографической памяти генома многоклеточных, которая обеспечивает строительство пространства — времени развивающейся биосистемы.

В случае фантомного эффекта у растений оставшаяся большая часть листовой пластинки «помнит» утраченную часть и восстанавливает ее при определенных условиях в форме полевого фантома. Внешнее сходство этого явления с памятью голограмм, известных в техническом исполнении, очевидно: любая часть голограммы, но не меньшая, чем длины волн записывающих полей, способна восстановить полный полевой эквивалент зафиксированного на ней изображения объекта. Однако полностью отождествить лист растения и голограмму было бы неверно хотя бы потому, что субстрат записи в биосистеме, а это хромосомы, уникален. Образ же, записываемый на хромосомах, образ биосистемы, тем более уникален, неповторим и находится в постоянном возрастном движении.

Этот элемент пространственно-временной динамики организации биосистемы особенно труден для анализа.

Первичным субстратом голографического кода потенциального организма обязаны быть именно хромосомы, в том числе и в случае фантомообразования у листьев растений, поскольку листовые фантомы отображают жестко наследуемую часть пространства организма — форму листа. Это информация высокой ценности и первичный источник ее — совокупный хромосомный материал оставшейся неповрежденной части листовой пластинки. В данной ситуации фантом играет роль пространственной схемы регенерации поврежденного листа до целого, т. е. это план постэмбрионального морфогенеза. Вероятно, аналогичные полевые схемы регенерации образуются при восстановлении утраченных частей тела и у таких животных, как ящерицы (хвост), крабы (клешни), тритоны (лапки), планарии (любые достаточно большие фрагменты тела), а также у человека (печень). Во всех приведенных примерах виден дуализм генетического материала, который постулирован еще в работе [8]: наследственные свойства проявляются двуедино — и на уровне Вещества (генетический, линейный одномерный код ДНК), и на уровне Вещества — Поля одновременно (хромосомы как носители голографических решеток — многомерных нелинейных суперкодов). Голографические коды могут быть дешифрованы (считаны) как внутренними лазерными полями, источниками которых выступают опять-таки хромосомы [6], так и внешними по отношению к биосистеме полями, которые обязательно должны быть когерентными. Фантомы утраченных частей зеленых листьев в таком случае считываются с хромосомного континуума оставшихся частей листьев.

Примем, что такая трактовка фантомов верна, тогда автоматически получают разумное объяснение непонятные явления в биосистемах, явления, о которых говорилось выше. Прежде всего, с новых позиций воспринимается информация Ген — Признак. Это путь развивающейся биосистемы. Обеспечивается простым допущением: гены, мобильные по следовательности ДНК, а также «эгоистическая» ДНК есть составная часть многомерных голографических супергенов. Большие блоки организмов, такие как утраченные части листьев растений или антенны, ноги, глаза насекомых, могут регенерировать у взрослого организма или развиваться из эмбриона в пределах полевых программ фантомной голографической памяти хромосомного континуума, являющегося по сути голографическим компьютером. Складывается впечатление, что голографический суперген (или их совокупность) со-

держит явную информацию в форме зашифрованного прообраза макроструктурных (и временных тоже) структур высших биосистем. Самые общие принципы функционирования хромосомного голографического биокомпьютера (ХГБ) могут быть представлены следующим образом.

1. ХГБ начинает функционировать при достижении некоторой «критической массы» недифференцированной первоначально ткани, вырастающей из любой клетки (в т. ч. яйцеклетки) в силу тотипотентности во взрослый организм. Это утверждение базируется на экспериментах по культурам тканей и репродуктивной регенерации растений [18].

2. ХГБ функционирует в режимах: а) генерации полевых векторов морфогенеза; б) опознания (сравнения) синтезированных биосистемой морфоструктур с их голографическими фурье — прообразами; в) принятия решений о генерации тех или иных полевых структур; г) принятия решения о дифференциальной активации генома на уровне синтеза пре-мРНК, связанного с опознанием (режим б).

3. Регуляция ХГБ осуществляется системой обратных связей, замыкающихся на модификаторах, репрессорах и депрессорах голографических решеток. В качестве модификаторов, репрессоров и депрессоров могут выступать топоизомеразы, мобильные диспергированные гены и другие подвижные элементы генома, А-, В-, Z-, С- и др. переходы вторичной структуры ДНК.

Как известно [19], локальные перестройки первичной структуры ДНК сопровождаются взаимокоррелированными конформационными модификациями на более высоких уровнях организации этого биополимера. Аналогичные изменения в архитектонику хромосом вносят также топоизомеразы [20]. Перечисленные мобильные состояния не могут не отражаться на структуре голографических решеток как составной части хромосом и, следовательно, волновые фронты, образованные такими меняющимися решетками, могут нести биоинформацию или, наоборот, генерировать шум. То же самое относится и к взаимопереходам на уровне вторичной структуры ДНК типа А—В—Z—Ψ, которые могут быть вызваны, например, изменениями в катионном составе кариоплазмы.

4. Хромосомный континуум, как основной структурно-функциональный субстрат ХГБ, должен удерживать в единстве две взаимопротиворечивые тенденции. С одной стороны, он должен образовывать некие наборы статических голограмм, кодирующие те или иные финальные морфоструктуры

организма. С другой стороны, развивающаяся биосистема должна быть адекватно отображена реестрами динамических голограмм, кодирующих ее динамичное пространство — время. Вместе с тем, указанное противоречие является одной из движущих сил развития, которая проявляется как постоянно снимаемое несоответствие между опережающим промежуточным «финальным» образом эмбриона и его реальной сиюминутной структурой.

Следствием динамизма развития биосистемы является естественное «стирание» голографических кодов, «записанных» на высоких топологиях хромосом. Оно происходит при делениях клеток, когда хромосомный материал претерпевает глубокие структурные перестройки, удвоение в митозе и редукцию в мейозе. По крайней мере, на стадии интерфазного ядра исходные голографические структуры должны реконструироваться. Можно думать, что информационный провал «стирания» компенсируется структурной памятью внутриклеточной «воды», которая, как известно [2], способна образовывать точные копии ДНК и соответственно хромосомно-«водные» голографические решетки, хранящие морфогенетическую информацию в делящихся клетках. Возможен и другой вариант компенсаторной «распечатки» голографических решеток на систему цитоскелет — внеклеточный матрикс [21, 22]. Структурные особенности внутриклеточной «воды», которые показаны в работе [2], этим не ограничиваются. «Память воды» обогащается ее способностью к фрактальному росту, т. е. «водные» отображения хромосомных голографических решеток могут расти, повторяя свою структуру, во все увеличивающихся масштабах, и поэтому в соответствии с условиями берегового отражения могут быть считаны референтными фотонными и(или) акустическими полями соответствующих диапазонов. Чем больше масштаб фрактальности, тем ниже частоты считывающих полей и тем меньше структурных деталей содержит волновой фронт поля, дифрагированного «водной» голографической решеткой.

В результате получается система полевых образов (фантомов), как бы вложенных один в другой и описывающих потенциальную структуру биосистемы с разной степенью подробности — от внутриклеточных образований (УФ- и видимая области) до клеточно-тканеорганного уровня (ИК- и СВЧ-области). Отсюда становится понятной наполненность высших биосистем когерентными полями разных диапазонов. Они необходимы для дифференциального считывания хромосомно-«водных» голографических мультиплексных супергенов в работающем ХГБ.

Все указанные диапазоны частот действительно обнаружены в организмах [23, 24, 6]. Иными словами, при таком многоволновом считывании восстанавливается полиморфная система полевых образов, дающих пространственно-временную информацию для самоорганизации биосистемы на всех ее уровнях. Буферная память «воды» может иметь и другое проявление, которое позволяет дать объяснение как будто бы нелогично большим размерам про-мРНК, а заодно и наличию некодирующих интронов, делающих гены «мозаичными». Роль про-мРНК может заключаться в том, что высокие топологии такой матрицы являются копиями отдельных голографических решеток, которые после их синтеза на ДНК программируют внутриклеточную «воду». «Водные» голограммы могут мигрировать между клетками и фрактально расти, обеспечивая перенос стратегической информации по всей массе тканей биосистемы. Выполнив программирующие функции, про-мРНК «дозревает» до мРНК за счет сплайсингового вырезания интронов и сшивки оставшихся фрагментов. Таким образом, по-видимому, возможна репликация голографических матриц хромосом, подобная репликации мРНК, а роль интронов в этом случае состоит в том, что они тоже являются элементами голографических решеток, отображаемых в про-мРНК, а затем во внутриклеточной «воде». Организм можно уподобить нестационарной сильной рассеивающей поля среде, в которой хромосомно-«водный» голографический континуум — главный элемент ХГБ — должен отслеживать структурно-функциональные перемены в микро- и макромасштабах и генерировать полевые образы — команды по всему объему биосистемы. Для того, чтобы ХГБ успешно работал, необходимо выполнять довольно жесткие требования, и одно из них — наблюдение через нестационарную сильно рассеивающую среду толщи тканей. Возможно ли это? Если биосистеме свойственна динамическая голография с использованием обращенного волнового фронта, то указанное препятствие легко обходится. В пользу этого говорит то, что именно закономерности обращенного волнового фронта количественно объясняют фантомный голографический эффект на листьях растений.

Если же в биосистемах срабатывают и принципы временной голографии с разнесением во времени взаимодействия опорного и объектного полей, то возможности полевого самоотслеживания состояния организмов и соответственно их самоорганизации существенно расширяются. Соответственно, ХГБ может оценить не только текущее структурно-функциональное состояние ткани, органа и т. д., но и прошлое и «бу-

дущее». Причем доплеровская голография позволяет предсказывать точное место в трехмерном пространстве, куда должен прийти движущийся объект. Это принципиальный вопрос, потому что совершенно непонятно, как одна из главных информационных структур клетки — мРНК — находит точное место на рибосомах в цитоплазме, продвигаясь через огромные, по сравнению с ее масштабами, и пересеченные пространства клетки. То же относится и к проблеме поиска антигена антителом, кодона мРНК антикодоном тРНК. Сводить здесь все только к броуновскому движению со случайным взаимоузнаванием за счет гидрофобных и электростатических взаимодействий, по-видимому, бесперспективно. Эта трудность тоже решается в рамках полевого уравнения, но особого рода, а именно солитонного. Так, проблема взаимоузнавания мРНК — тРНК теоретически описана с привлечением явления возврата Ферми-Паста-Улама [25], которое математически описывается солитонным решением нелинейного уравнения Шредингера. Это же явление использовано нами для создания формализма, отражающего одну из сторон голографической версии биологического морфогенеза.

Чтобы не сложилось впечатление о голографической версии биокодирования как о попытке объяснить все механизмы морфогенеза и работы хромосом, необходимо вспомнить вопрос биологии развития о соотношении преформизма и эпигенеза. До сих пор он не решен и вряд ли будет до конца осмыслен и с позиций голографического подхода, но они позволяют взглянуть на эту проблему по-новому.

При упрощенном понимании голографических решеток в системе хромосомы — «вода» может показаться, что вновь возникает призрак преформизма — голограммы как будто бы должны содержать в себе готовый образ взрослого организма, а он (образ) на каком-то другом уровне содержит информацию о другом будущем организме и т. д. Другой крайностью трактовки голографических решеток ХГБ является плоский эпигенез: в хромосомно-«водном» субстрате биосистем нет ничего стабильного, он способен записывать любые интерферирующие поля подходящих диапазонов, как эндогенные, так и экзогенные, и соответственно любая внутренняя или внешняя полевая информация фиксируется в голограммах хромосомы — «вода» и может быть затем считана как управляющая. Ни та, ни другая крайности неприемлемы — в голограммах эмбриона нет готового образа будущего взрослого организма, а хромосомно-«водный» субстрат, по-видимому, не способен к любым эпигенетическим преобразованиям. Вместе с тем, наверное, нельзя отбрасывать полностью эле-

менты преформизма и эпигенеза, которые функционируют на определенных этапах эволюции.

Рассмотрим, например, вирусы и бактериофаги. В их ДНК или РНК поистине преформистски записан, правда, без голограмм и в неявном виде, готвый образ всего потенциального проорганизма — вируса или фага, а через них бесконечный ряд следующих поколений. Эпигенез тут выражен ясно и просто, хотя бы у вируса СПИД: выходя из интегрированного с хромосомой хозяина состояния, вирус может захватывать фрагменты «хозяйской» ДНК и тем самым бесконечно модифицировать свой генофенотип. Это означает, что внешние факторы по отношению к вирусу (в данном случае «вырезающие» вирус рестриктазы) эпигенетически модифицируют его за счет ошибок в узнавании мест вырезания. Следовательно, нельзя с уверенностью отрицать элементы преформизма и эпигенеза на более высоких уровнях клетки, ткани, организма, но эти элементы будут работать уже не в одномерных генетических кодах, а в многомерных голографических. Теоретическая тонкость — в сложнейшем взаимокоррелированном взаимодействии одномерных и многомерных кодов. В действительности ситуация может оказаться еще сложнее, так как «некодирующие» и кодирующие (в смысле триплетного кода) участки ДНК, являясь элементами голограмм, фактически кодируют эти голограммы. По-иному это можно выразить так: известные гены и «эгоистическая» ДНК — это линейный одномерный код нелинейного многомерного кода голографической решетки. Нелинейного потому, что голограмма всегда есть нелинейная среда.

Еще одна и, пожалуй, главная теоретическая трудность — если в голографических кодах генома нет полного прообраза (неполный преформизм), а финальный образ взрослого организма все-таки достигается, то как это происходит? Остается предположить громоздкую, но пока единственную конструкцию, сохраняющую голографический морфогенез. В зиготе и последующих стадиях ее развития нет законченного набора голограмм-предшественников полного образа потенциального организма, но они синтезируются и исчезают по мере развития биосистемы.

Теперь в отношении эпигенеза через голографические коды. Это существенный момент в формообразовании высших биосистем. Вспомним эксперименты, когда эмбрион или культура ткани, помещенные в металлические (пермалоевые), камеры, через несколько циклов деления обнаруживают извращенный морфогенез, хромосомные aberrации, а затем гибнут [26, 27]. В этих камерах есть все условия для роста

и развития клеток, тканей, эмбриона. Все, кроме одного — внешние космогелиофизические поля, взаимодействующие с биосистемой, существенно ослаблены, их состав изменен. Вот здесь голографическая модель генома получает главную после фантомного эффекта поддержку. Внешние поля, к примеру, фоновый мягкий рентген, могут играть совершенно определенную роль в морфогенезе многоклеточных биосистем. Эта роль, как уже упоминалось, заключается в их считывающих биоголограммы функциях, что не исключает и другие направления их действия. Если голограммы ХГБ не считываются или считываются неправильно (внутренних излучений биосистемы для этого недостаточно), то организм, ткани, клетки гибнут. Еще более простая иллюстрация сказанного — фотоморфогенез растений, независимый от фотосинтеза: в темноте растения не развиваются, для этого необходима узкая спектральная область света — $\lambda \simeq 660$ нм [28]. Таким образом, внешние поля по отношению к биосистеме играют отчетливо эпигенетическую роль, но она может быть более сложной, если допустить возможность записи структуры таких полей в ХГБ, если некоторые из них модулированы, например, по фазе и поляризации. В качестве модуляторов могут выступать и внешние факторы и сама биосистема. Наверное, надо считать, что внутренние поля биосистемы и внешние поля функционируют в определенном синергизме. В этой связи следует особо сказать о роли внутренних полей.

Предельно упрощая и схематизируя, можно считать, что динамическая пространственно-временная многомерная структура биосистемы, генерируя поля (в том числе и когерентные) и взаимодействуя с ними как с отчужденными, модулирует их по амплитуде, фазе, поляризации и частоте. Тем самым осуществляется первая «запись» полной структуры (и функции) биосистемы в ее собственных электромагнитных и акустических полях. Вторая «запись» идет за счет естественной, неизбежной (автоматической) интерференции таких структурированных полей с соответствующими собственными (а также внешними) опорными (когерентными) полями, а также за счет безопорного режима голографической записи.

Третья и последняя «запись» происходит на собственных жидко-кристаллических (и других, способных запоминать полевого сигнал) субстратах живого и на главном из них — хромосомах. Теперь уже полную многомерную структуру организма можно воспроизвести («считать») по частям и в целом с субстратов записи, в том числе и с хромосом, в виде его полевого эквивалента (или эквивалентов на различных длинах волн), своего рода «фантома», который в примитив-

ной форме проявляется при газоразрядной визуализации и собственных излучениях поврежденных растений. Считывание осуществляется собственными референтными полями организма или внешними полями. И для тех и для других генетических — голограмма играет роль спектрального фильтра, отбирающего именно те частоты, на которых происходила запись. Запись — считывание структуры организма идет на множествах полевых (модулирующих и демодулирующих) сигналов биосистемы, которые, будучи как бы отчужденными от нее, при взаимодействии с ней переводятся уже в топологические языки жидкокристаллических субстратов живого и тем самым становятся внутренней системой самоорганизации. Это эпигенетические языки. Генетический язык — это последовательность нуклеотидов ДНК, все остальные, в том числе и голографические информационные характеристики хромосом, являются совокупностью эпигенетических языков организма. Фактически, если мы признаем материальные носители наследственности в виде хромосом и ДНК, мы обязаны согласиться с их волновыми проявлениями, неразрывными с ДНК-субстратами. Становится возможным анализировать механизмы «полевой наследственности», которая не менее материальна и совсем не идеалистична. Без полевых проявлений в передаче наследственных свойств невозможно понять вклад материальных носителей в преемственность организмов от поколения к поколению.

Детальное, но относительно простое расчленение наследственной информации биосистемы на составляющие можно представить в виде соотношения:

$$X_{\varepsilon} = U_0 - U_{б,с} = X_{\varepsilon,п}^{вн} + X_{\varepsilon,конф}^{вн} + X_{\varepsilon,ос}^{вн} + (X_{\varepsilon}^{вн})_п + (X_{\varepsilon}^{вн})_{ос},$$

где X_{ε} — эпигенетическая информация; U_0 — количество информации в целом организме (без учета высшей корковой информации); $U_{б,с}$ — количество информации в белково-нуклеиновых субклеточных структурах, в том числе и в генетическом коде; $X_{\varepsilon,конф}^{вн}$ — внутренняя эпигенетическая информация, связанная с множеством высших конформационных состояний (языков) ДНК, определяемых структурой организма (прямая связь), которая, в свою очередь, по обратной связи определяется ДНК; $X_{\varepsilon,п}^{вн}$ — внутренняя эпигенетическая информация, связанная с множеством полевых языков (в том числе и голографических образов), генерируемых ДНК и содержащих информацию о многомерной структуре организма и его функций; $X_{\varepsilon,ос}^{вн}$ — оставшаяся внутренняя эпигенетическая информация, связанная с участием в ее об-

мене других компонентов клетки и внеклеточного матрикса; $(X_{\text{э}}^{\text{вш}})_{\text{п}}$ — внешняя полевая эпигенетическая информация, включающая также и информацию нервной и гуморальной систем.

Смысл и эволюционная значимость $X_{\text{э}}$ заключаются, в частности, в переходе от низших, близкодействующих, тактических, комплементарных химических кодов на уровне нуклеиновых кислот к высшим дальним стратегическим изоморфным волновым кодам, но уже на более высоких уровнях клетки, ткани, органа, биосистемы в целом. Какими преимуществами располагает, например, $X_{\text{э,п}}^{\text{вп}}$ в эволюционном и приспособительном планах для организмов по сравнению с чисто генетической информацией?

Их три — информативная избыточность, помехозащищенность, низкая энергетическая плата за введение в биосубстраты (запись) и извлечение ее в виде полевых образов — команд (считывание). Преимущества эти автоматически следуют из принципов голографирования, а они в своей основе едины для самых разных проявлений как в сфере техники, так и в биосистемном выражении.

Генетическая информация, входящая в значение $(U_{\text{б,с}})$ — это статическая информация о константной первичной структуре белков.

Эпигенетическая информация $X_{\text{э}}$ — это динамическая информация, необходимая в морфогенезе (план многомерной структуры организма), да и вообще в метаболизме, когда биосистема растет, развивается, живет, когда она динамична в собственном пространстве — времени. Переход от $U_{\text{б,с}}$ к $X_{\text{э}}$ означает переход от статики низших кодов одних и тех же нуклеиновокислотных матриц, дешифруемых как наборы одних и тех же белков, к динамике вовлечения этих белковых наборов и других субстратов в динамическую архитектуру строящегося организма. $X_{\text{э}}$ реализуется в высших, меняющихся, усложняющихся многомерных голографических кодах, дешифруемых как образы-команды, образы-планы, которые актуализируются внутренне-внешними запрашивающими (референтными) полями. В простейшем случае, на примере фантомного листового эффекта, выявляющаяся полевая мера фантомного листового эффекта, выявляющаяся полевая структура, пространственно эквивалентная утраченной части листа, играет роль некоего плана потенциальной регенерации поврежденного растения. Здесь $X_{\text{э}}$ работает в морфогенезе организма или при регенерации его части после повреждения. Когда же организм заканчивает свое развитие и становится взрослым, тогда $X_{\text{э}}$ является уже фактором контроля отно-

сительного постоянства его пространственной структуры на определенном временном интервале (до момента старения и смерти).

Информационная избыточность $X_{э,п}^{вп}$ тождественна таковой в голограммах, известных в технических вариантах, и выражается в способности воспроизводить полную полевую структуру записанного на них объекта в каждом элементе их среды, не меньшем, чем длины волн записи. Помехозащищенность $X_{э,п}^{вп}$ — другая сторона информационной избыточности и заключается в том, что повреждения голограммы не мешают считыванию полной структуры записанного на ней объекта, хотя и с меньшей разрешающей способностью. Низкая энергетическая плата за введение/выведение $X_{э,п}^{вп}$ означает, что их модулированная ориентация директоров на жидкокристаллическом субстрате хромосом не требует преодоления энергетического барьера при записи и не нуждается в дополнительных затратах энергии при считывании полями сверх той, что пошла на образование этих полей. Ключевым субстратом организма в этом плане является хромосомная ДНК, высшие эпигенетические коды которой являются, видимо, именно такими модулированно-жидкокристаллическими, содержащими пространственно-временные шифры строительства организма в виде наборов голографических решеток. При этом чрезвычайно важной становится упоминавшаяся выше способность биомакромолекул и надмолекулярных структур (и хромосом также) к самосборке. Хромосомный аппарат клетки в митозе и мейозе самособирается из диссоциированного на уровне выше вторичной структуры нуклеопотеида в целостный и тождественный в делящихся клетках с сохранением голографических решеток, передаваемых таким образом по наследству. Существенна обнаруживаемая тут связь низших и высших кодов, так как последовательность нуклеотидов (низшие коды) определяет характер сворачивания ДНК в высшие конформеры [29], элементы которых составляют и наследуемые голографические решетки (высшие коды).

Главное следствие приема-передачи $X_э$ в организме можно выразить и по-другому: считываемые-записываемые с хромосом и на хромосомах внешне-внутренние полевые образы являются регуляторными, ключевыми элементами полевой самоорганизации биосистем, элементами, которые определяются не только жидкокристаллическими, но и особыми колебательными и квантово-механическими свойствами ДНК и других клеточных компонентов. Особенности этих колебаний

закljučаются в их когерентности, что было постулировано Г. Фрелихом [7] и развито его последователями [30, 6, 31] в отношении теории и эксперимента. Согласно этим представлениям, реально регистрируемая сверхслабая фотонная эмиссия биосистем и их составных частей продуцируется в процессе жизнедеятельности как когерентное излучение лазерного типа. Этот неоспоримый факт хорошо согласуется с изложенными представлениями. Биологический смысл лазероподобных процессов в организме — это прежде всего возможность дальнего действия (быстрого) одних частей биосистемы на другие, возможность синхронизации биохимических событий в масштабах всего организма, возможность интерференции полей как основы биоголографии.

Тонкие эксперименты по кинетике счета фотонов, излучаемых биосистемами и их частями (проростки растений, печень, нервы, дрожжевые клетки, прорастающие споры, хромосомы и т. д.), показали, что макромолекулы организмов, и особенно ДНК, способны за счет эксимерных и эксиплексных возбуждений накапливать фотоны, как это имеет место в лазерах.

Такой вывод основывается на следующих экспериментальных наблюдениях [6]:

1. Интенсивность излучения в его стационарной фазе демонстрирует, что биосистемы далеки от состояния термодинамического равновесия. Интенсивность указывает на способность излучения возбуждать переходные состояния в субстратах действия излучения. В противоположность условиям термального равновесия реакционность при действии излучения может быть резко усилена. По этой причине поле сверхслабого излучения в организме способно регулировать все биохимические процессы. Следует заметить, что последнее утверждение в работе [6] носит чисто декларативный характер, механизмы действия излучений в организмах не раскрываются.

2. Температурозависимость фотоэмиссии подтверждает такое утверждение, равно как и то, что физиологические процессы связаны с фотоэмиссией, которая лежит в основе регуляции физиологических функций.

3. Спектральное распределение фотоэмиссии и статистика счета фотонов показывают, что биологическое излучение может представлять собой определенное значение когерентности, вероятно, с лазерным порогом.

4. Расчеты фотонного запасаания указывают на то, что клеточные популяции представляют собой эффективные фотонные накопители с активным механизмом запасаания.

дительно доказано, что длины волн запасаемых фотонов лежат в интервале 800—350 нм. Эффективность резонатора по (Q-) значению запасаения очень велика.

5. Использование бромистого этидия как индикатора показало, что ДНК является по крайней мере одним (вероятно, главным) источником эмиссии фотонов.

Основное следствие этих экспериментов заключается в том, что ДНК способна к запасанию фотонов, их когерентной эмиссии и возбуждению. Обобщая перечисленные факты, авторы в работе [6] приводят схемы гипотетической регуляторной цепи перехода порядка в хаос и наоборот на физическом (фотонном) и клеточном уровнях. Постулируются петли обратных связей, которые самоинформативны и хорошо соответствуют всем данным, полученным на физическом и биологическом (биохимическом) уровнях.

В работе [6] предлагается возможный контроль клеточной регуляции электромагнитными взаимодействиями. Они представлены отрицательными петлями обратных связей между антагонистическими состояниями порядка и хаоса. В хаосе можно выявить близкодействующие контакты и относительно высокие химические активности. Пищевое обеспечение (например, гликолиз) порождает фотоны хемилюминесценции. Хорошо известно, что фотоны, необходимые для связывания CO_2 и H_2O в глюкозе (фотосинтез), освобождаются в гликолизе. Это проявляется в том, что эти фотоны не только расходуются на нагрев, но и запускают биохимические реакции. Одно из важнейших взаимодействий фотонов в клетке связано с нуклеиновыми кислотами, особенно для эксиплексных (эксимерных) формирований внутри них, условия образования которых удовлетворяют принципам лазерной накачки. Поэтому утверждается, что эксиплексные связи в ДНК и взаимодействующие с ними компоненты создают высокоорганизованную структуру в клетках, а их фотонное поле экспонируется на все биомолекулы [6].

Конденсация хромосом есть следствие возникновения эксиплексных структур. Это выражается в возбуждении (фотонной накачке) ДНК по сравнению с фоновым состоянием. Конденсированный хроматин поэтому может рассматриваться как содержащий высокоупорядоченную ДНК и «плотно упакованные» фотоны. Постоянная конкуренция молекул ДНК в хромосомах за фотоны выражается в ее высокой пространственной упорядоченности (вероятно, по жидкокристаллическому типу) в фотонном поле, которое распределяется по клеточным популяциям. Организованное фотонное поле означает организованную ДНК и наоборот. Это определяет фор-

мирование пар азотистых оснований ДНК, их конформацию в пределах клеточной популяции; структура фотонного поля, таким образом, есть главное условие дальних ДНК — ДНК информационных взаимодействий. Хотя в этом пункте авторы [6] исходят из иных посылок, общая логика рассуждений близка представлениям, изложенным выше, суть которых в том, что когерентные поля являются информационными посредниками межклеточного общения. Формирование структур ДНК-поле противостоит хаотическим внешним влиянием, и это основано на фотонном обеспечении («накачке») эксиплексных ДНК-лазеров (мазеров, разеров) в модели электромагнитных взаимодействий в генетическом аппарате, предлагаемой в работе [6].

Такие биологические феномены, как клеточная адгезия, клеточная пролиферация, дифференцировка, канцерогенез и т. д. в итоге трактуются в рамках понятий активного фотонного накопления — высвечивания в когерентных и хаотических режимах. Однако эти понятия в приложении к биосистемам остаются общей фразой, и реально дело не идет дальше регистрации излучений организмов и их частей, а также регистрации изменения интенсивности этих излучений при различных химических и физических воздействиях на биосистемы [30, 31].

Ценность работ [30, 6, 31] в другом — в реальном доказательстве наличия универсальных лазероподобных процессов в живых организмах на всех уровнях эволюционной лестницы. Другое дело, как используют биосистемы собственные лазеры. Здесь большое поле для гипотез и можно представить себе многие неизвестные ранее процессы в Живом. Если же оставаться в рамках известных биофеноменов, попадающих как-то в сферу применения понятий лазерных полей, то это будет, конечно, фантомный листовой эффект и его голографическая трактовка. Когерентные поля биосистем могут и должны интерферировать, а это и есть собственно голографирование, поскольку трудно представить, что такие поля будут всегда «чистыми». Неизбежно их взаимодействие с породившей их биосистемой, т. е. приобретение ими амплитудной, фазовой, поляризационной и частотной информации о многомерной структуре организма и использование этой информации в процессах самоорганизации высших биосистем.

С другой стороны, было бы разумно избегать соблазна рассматривать поля биосистем исключительно с позиций их биоголографических функций. Излучения светлячков, рыб, червей, пение птиц, наконец, речь человека — все эти физические поля биосистем не укладываются в рамки биогологра-

фии. Механизмы саморегуляции человека, животных, растений с помощью собственных полей шире и включают в себя плюрализм структур полей-символов, полей-знаков, в которых голографические поля лишь часть целого.

Совершенно особо нужно сказать об искусственных, привнесенных, экзобиологических симметриях генетического кода, о которых упоминалось выше [10] и которые, в частности, свидетельствуют об особом знаковом использовании негенетического характера стартовых и стоповых кодонов как указателей. Главная часть экзобиологического послания сосредоточена именно в спейсерных, интронных и мобильных областях генома, т. е. именно там, где мы предполагаем монтаж голографических программ ХГБ. Нельзя исключить, что экзобиологическое послание было привнесено в абиогенно-сформированный полимер ДНК или РНК на заре эволюции Живого и что оно участвует как действующий элемент ХГБ в морфогенезе биосистем, более того, постоянно генерирует информацию, передаваемую по наследству, которая пока не осознается нами. Помехозащищенный информационно избыточный способ голографической записи этого сообщения может быть наиболее подходящим.

(окончание в следующем номере)

Литература

1. Хесин Р. Б. Непостоянство генома. М., Наука, 1984.
2. Бульенков Н. А. // Кристаллография. 1988, № 2, с. 424—444.
3. Livolant F. // *Ew. Collbiol*, 1984, 53, p. 300—311.
4. Raponov V. D. // *Zagodnienia Biofizyki Wspolozeshej*. 1988, 13, p. 17—40.
5. Эволюция генома. М., Мир, 1986.
6. Nagl W., Popp F. A. // *Cytobios*, 1983, 37, p. 45—62.
7. Frolich H. // *Collective Phenomena*, 1981, 3, p. 135—146.
8. Гурвич А. Г. Избранные труды. М., Медицина, 1977.
9. Choudhwry G. K., Kejarival P. C. Chatto padhyay A. // *J. Inst. Eng.*, 1979, 60, p. 61—66; 67—73.
10. Scherbak V. J. // *J. Theor Biol.*, 1988, 132, p. 121—124; 1989, 139, p. 271—283.
11. Горяев П. П., Татур В. Ю., Юнин А. М. Клаузура Ноосферы. М., Ноосфера, 1988, 4.1. С. 286—292.
12. Горяев П. П., Юнин А. М. // *Энергия*, 1989, № 10, с. 46—52.
13. Глушакова Т. И. Развитие представлений об индивидуальности хромосом. М., Наука, 1983.
14. Белоусов Л. В. Биологический морфогенез. М., Изд. МГУ, 1987.
15. Kuhn D. T., Woods D. F., Andrews D. G. // *Genetics* — 1961, 99, p. 99—107.
16. Nobili R. // *Phys. Rev. A. Gen. Phys.*, 1985, 32, p. 3618—3623.
17. Nobili R. // *Phys. Rev. A. Gen. Phys.*, 1987, 35, p. 1901—1922.
18. Синнот Э. // *Морфогенез растений*. М., Изд. Ил., 1963, с. 286—339.
19. Вологодский А. В. // *Мол. биол.*, 1985, № 5, с. 687—692.
20. Кантор Ч., Шиммел П. Биофизическая химия. М., Мир, 1985, т. 3.

21. Горяев П. П. Эпигенетическая роль внеклеточных матриц: гипотеза кодовой иерархии. 1989, с. 1—34.
22. Либерман Е. А., Минина С. В., Шкловский-Корда Н. Е. Мозг как система квантовых компьютеров и путь к объединению наук. Препринт. АН СССР. Институт проблем передачи информации. 1986.
23. Ромоданов А. П., Богданов Г. Б., Ляшенко Д. С. Первичные механизмы действия иглоукалывания и прижигания. Киев, Вища школа, 1984.
24. Caorsi S., Ogno G.//Proc. MELECON'85. Mediterr Electrotechn Conf — Amsterdam et al, 1985, 1, p. 61—64.
25. Березин А. А., Гладкий А. М. М., 1988, деп. в ВИНТИ, № 904—1388.
26. Казначеев В. П., Иванова М. П., Михайлова Л. П., Зайцев Ю. И.//Бюл. Сиб. отд-ния АМН СССР. 1986, № 3, с. 12—16.
27. Копанев В. И., Шакула А. В. Влияние гипогеомагнитного поля на биологические объекты. Л., Наука, 1985, с. 1—72.
28. Крауфорд Ф. Волны. М., Наука, 1984.
29. Widom G.//Nature, 1984, 309, No. 5966, p. 312—313.
30. Chwirot W. B.//Plant Physiol. 1986, 122, p. 81—86.
31. Popp F. A., Ruth B., Bahr W. et al.//Collective Phenomena, 1981, 3, p. 187—214.

С. В. Багоцкий

ИНFUЗОРИИ — ТРЕТИЙ ЭТАП ЭВОЛЮЦИИ КЛЕТКИ

Высказывается точка зрения, согласно которой инфузории достигли нового, высшего по сравнению с эукариотами, уровня организации клетки. Рассматриваются три основные тенденции в эволюции прокариот и эукариот: формирование многоклеточности, формирование синцитиальности и формирование клеток нового типа. Высказывается предположение о происхождении инфузорий от мелких плоских червей путем утери клеточных границ и интеграции организации в клетку нового типа.

Инфузории, часто именуемые ресничными простейшими, представляют собой весьма своеобразную группу животных. Организм инфузории представляет собой очень крупную клетку. Ее размер сопоставим с размером мелких многоклеточных животных. Помимо размеров, две особенности отличают инфузории от других одноклеточных организмов.

Во-первых, это наличие двух ядер: генеративного (участвующего в размножении) ядра (микронуклеуса) и «рабочего», обеспечивающего повседневное функционирование клетки (макронуклеуса). Микронуклеус является основным хранителем наследственной информации, обеспечивающим ее передачу из поколения в поколение. Макронуклеус, возникающий в каждом поколении заново в результате делений микронуклеуса, содержит ДНК, непосредственно управляющую клеточными процессами. Если сравнить инфузорию с многоклеточным организмом, то макронуклеус может быть сопоставлен с совокупностью ядер специализированных клеток, в то время, как микронуклеус — с ядрами клеток «зародышевого пути», в котором образуются половые клетки.

Большая часть инфузорий имеет один микронуклеусо-один макронуклеус. В макронуклеусе содержится гораздо больше ДНК, чем в микронуклеусе; многие гены представлены в большом числе копий. Макронуклеус является сильно полиплоидным ядром.

У некоторых примитивных инфузорий (отряд Karyorelectida) макронуклеусы имеют нормальное количество ДНК, полиплоидность у них еще не возникла. У наиболее примитивной инфузории (род. *Stephanopogon*) деления на микронуклеусы и макронуклеусы нет вообще, имеется довольно большое (несколько десятков) количество равноправных ядер. С другой стороны, тенденция к разделению ядер на микронуклеусы и макронуклеусы наблюдаются у некоторых других одноклеточных животных, например, фораминифер [1].

Второй важнейшей особенностью инфузорий является крайне специфичный половой процесс. У «нормальных» организмов половой процесс связан со слиянием двух половых клеток с гаплоидными ядрами. У инфузорий клетки не сливаются, а половой процесс осуществляется за счет «конъюгации» (обмена гаплоидными адресами). Перед конъюгацией микронуклеус претерпевает редукционное деление, в результате которого из одного ядра с диплоидным набором хромосом получается четыре ядра с гаплоидным набором хромосом, два из которых рассасываются. При конъюгации две инфузории обмениваются между собой гаплоидными ядрами: одно гаплоидное ядро остается в своей клетке, другое уходит партнеру. Собственное гаплоидное ядро сливается с гаплоидным ядром, полученным от партнера, и в старой клетке образуется новый диплоидный микронуклеус.

Все это очень непохоже на то, что происходит у других одноклеточных животных, относимых к типу простейших (Protozoa), но отчасти напоминает то, что происходит у многоклеточных плоских червей. Эти обоеполые животные с внутренним оплодотворением при спаривании обмениваются друг с другом половыми клетками.

За последние 40—50 лет таксономический ранг инфузорий заметно повысился. Инфузории сделали головокружительную таксономическую карьеру от класса, обладающего тем же статусом, что и классы Саркодовых, Жгутоконосцев и Споровиков, к подтипу, противопоставляемому всем другим Простейшим, и, наконец, к самостоятельному типу [2]. Признание инфузорий самостоятельным типом равносильно признанию того, что инфузории не имеют отношения к типу простейших. В настоящее время еще сохранился фиговый листок

под названием «надтип Protozoa», но это уже исключительно дань традиции.

Если инфузории не Простейшие, то кто же они? Для того, чтобы понять, на какой основе может быть получен ответ на этот вопрос, следует совершить небольшой исторический экскурс.

В середине 20 века в цитологии произошла самая крупная с момента возникновения клеточной теории идейная революция. Рухнул постулат о том, что все клетки гомологичны друг другу. Стало очевидным, что существует два принципиально различных типа клеток — клетки прокариот (бактерии и синезеленые водоросли) и клетки эукариот (растения, животные и грибы). Клетка эукариот может сопоставляться не с одной клеткой прокариот, а с совокупностью таких клеток. Подводя итоги этой революции, Л. Н. Серавин [3] предложил сохранить термин «клетка» лишь для клеток эукариот, а во избежании путаницы для «клеток» прокариот применять термин «процит», а для клеток эукариот термин «эоцит».

Незадолго до этой идейной революции начало шататься стройное здание зоологии низших беспозвоночных. Краеугольным камнем этого здания было представление о том, что все клетки гомологичны друг другу, и в силу этого многоклеточное животное всегда и во всех случаях выше, сложнее и совершеннее одноклеточного. Однако, глядя в микроскоп на гигантские клетки простейших с большим количеством ядер, зоологи не могли не усомниться в непреложности этого принципа. Нарастало ощущение, что простейшее — это нечто большее, чем одна клетка, и сопоставлять ее нужно не с клеткой многоклеточного организма, а с самим многоклеточным организмом. В конце концов, сформировалась компромиссная позиция, основанная на концепции «полимеризации», предложенной выдающимся советским протозоологом В. А. Догелем [4]. Сущность этой концепции заключается в том, что основной тенденцией в прогрессивной эволюции простейших является увеличение количества идентичных организмов, в том числе и ядер, сопровождающееся увеличением размеров клетки. В результате полимеризации клетка превращается в подобие синцития многоклеточных животных.

Концепция синцития позволяет понять строение крупных Саркодовых и Жгутиконосцев, но она совершенно недостаточна для понимания строения инфузорий.

Переход к синцитиальному строению характерен, как правило, для относительно малоподвижных простейших. Это

и понятно. Высокая активность и подвижность требует высокой интегрированности клетки. Разные части клетки должны действовать согласованно друг с другом, в соответствии с «приказами» из общего центра. Однако большие синцитии, каковыми являются многоядерные простейшие, децентрализованы и малоуправляемы. Именно поэтому они обречены на паразитическую жизнь споровиков и крупных жгутиконосцев, в лучшем случае, на малоподвижную жизнь фораминифер и радиолярий.

Степень активности и подвижности инфузорий несопоставима с активностью и подвижностью других простейших. Инфузории — очень динамичные существа, способные активно двигаться, маневрировать в пространстве, создавать вокруг себя сложные токи воды, подгоняющие в нужное место пищевые частички. Это может быть достигнуто лишь благодаря очень высокому уровню интегрированности организма, свидетельством чему является эффективность управления ресничками у инфузорий и концентрация всего оперативного генетического материала в одном макронуклеусе.

Принципиальную разницу между инфузориями и многоядерными простейшими можно было бы сформулировать следующим образом. Многоядерные простейшие — это синцитии. Инфузории — это клетки, но необычные клетки. Клетка инфузории также отличается от обычной эукариотической клетки, как эукариотическая клетка от прокариотической. Инфузории — это не эукариоты. Это принципиально иной, более высокий уровень организации клетки. В соответствии с этим инфузории должны рассматриваться не как тип в надтипе Protozoa, а как царство или даже надцарство.

Существам, обладающим клетками инфузорного типа, следует присвоить подходящее название. Их можно было бы назвать например, гиперкариотами, а их клетки, следуя терминологическому принципу, предложенному Л. Н. Серавиным, гиперцитами.

Таким образом, в противоположность традиционному мнению, можно выделить не два, а три типа (или, если угодно, уровня организации) клеток: клетки прокариот (проциты), клетки эукариот (эуциты), клетки гиперкариот (гиперциты).

Гиперциты отличаются от эуцитов значительное более крупными размерами и разделением ядер на генеративные и рабочие. Рабочим ядрам свойственен, как правило, более высокий уровень плоизности.

Тенденцию к формированию гиперцитности мы можем наблюдать и среди тех простейших, которые явно не были предками инфузорий. Так, разделение ядер на рабочие и ге-

неративные возникло у фораминифер семейства *Rotalii* dee [1]. Это свидетельствует о том, что формирование гиперкариотности — не случайное, а закономерное событие в эволюции жизни.

Как в прогрессивной эволюции прокариот, так и в прогрессивной эволюции эукариот мы можем найти три тенденции.

1. Формирование многоклеточных форм.
2. Формирование синцитиальных форм.
3. Формирование клеток нового типа.

Поскольку все без исключения читатели научных журналов являются многоклеточными эукариотами, нет необходимости рассказывать о том, сколь грандиозные эволюционные перспективы открыл для эукариот переход к многоклеточности. Значительно меньше известно о том, что к многоклеточности перешли и прокариоты. Такой переход был связан с выработкой способности к хищному питанию.

Прокариоты неспособны к фагоцитозу и внутриклеточному пищеварению. Поэтому для них остается открытым единственный способ хищничества — выделение во внешнюю среду ядов и пищеварительных ферментов, с последующим поглощением органических веществ, образовавшихся после гибели жертв и гидролиза их биополимеров.

Эффективность такого хищничества очень низка — большая часть органического вещества рассеивается в пространство. Однако эффективность может повыситься, если колония хищных прокариот сумеет оплести свою жертву, образовав нечто вроде пищеварительной полости. Таким образом, хищничество у бактерий стимулирует развитие многоклеточности. Наиболее известной группой хищных многоклеточных бактерий являются миксобактерии. Очень интересна открытая советским микробиологом Б. В. Перфильевым хищная бактерия *Dictiobacter* [5]. *Dictiobacter* представляет собой мешок, стенки которого выложены бактериальными клетками. В мешок ведет отверстие, которое может расширяться за счет выделения слизи бактериальными клетками стенки. *Dictiobacter* «заглатывает» свои жертвы и переваривает их в пищеварительной полости. Все это очень напоминает миниатюрную гидру.

Однако для многоклеточных прокариот не оказалось большой эволюционной перспективы. Это несомненно связано с жестким устройством клеточной оболочки и отсутствием сократительных элементов. У прокариот не смогло сформироваться мышечное движение и поэтому не появились крупные активноподвижные гетеротрофы — авангард прогрессивной эволюции. Самыми крупными прокариотами стали

фотосинтезирующие синезеленые водоросли, которые в ряде случаев также перешли к своеобразным формам многоклеточности; однако прокариотических «животных» организованных более высоко, чем *Dictiobacter*, в процессе эволюций так и не появилось.

И у прокариот, и у эукариот определенное развитие получила синцитиальная линия эволюции. У эукариот она была выражена многоядерными простейшими, у прокариот, как считает Л. Н. Серавин, синезелеными водорослями. Однако ни в том, ни в другом случае синцитиальность не стала главным направлением эволюции.

Наконец, третьим направлением прогрессивной эволюции стало формирование клеток нового типа. В процессе эволюции прокариот возникли эукариоты, в процессе эволюции эукариот — гиперкариоты.

Главным направлением в прогрессивной эволюции прокариот стало образование клеток нового типа — переход к эукариотности; главным направлением в прогрессивной эволюции эукариот стал переход к многоклеточности. Организмы, состоящие из большого количества клеток эукариот оказались более перспективными, чем гиперкариоты. Последние оказались слишком большими индивидуалистами, не сумев перейти к многоклеточности и включиться в эволюционную «гонку размеров». Однако в своей размерной группе инфузории оказались несомненными лидерами, преуспевая явно в большей степени, чем многоклеточные животные сходных размеров.

От кого и как произошли инфузории — единственная известная нам группа гиперкариот?

Большинство зоологов, не испытывая каких-либо сомнений, считает, что инфузории возникли от каких-то многоядерных жгутиконосцев. Главный аргумент в пользу этой точки зрения сводится, в конечном итоге, к фразе «не от амёб же!».

Действительно, жгутиконосцы — это единственная группа простейших, в строении которых можно найти некоторое сходство с инфузориями. Методом исключения жгутиконосцев и признают предками инфузорий. Однако более внимательный анализ свидетельствует о том, что идея происхождения инфузории от жгутиконосцев сталкивается с серьезными трудностями.

Прежде всего, все без исключения современные крупные многоядерные жгутиконосцы — это паразиты. Происхождение высокоактивных свободноживущих форм от паразитов в высшей степени маловероятно, и при рассмотрении вопроса об эволюции любой другой группы животных этот вариант был

бы отмечен с порога. Можно, однако, предположить, что в древние времена, когда инфузорий еще не существовало, встречались многоядерные жгутиконосцы, которые не были паразитами. Это тоже очень сомнительно. Крупный многоядерный жгутиконосец слишком неуклюжее, неповоротливое и, без сомнения, очень аппетитное существо. Без раковины или какого либо иного эффективного защитного приспособления непаразитическая жизнь для него немыслима. Возможность же перехода обитателя раковины к ресничному движению очень проблематична.

Наиболее уязвимая сторона гипотезы происхождения инфузорий от крупных жгутиконосцев — ее абсолютная неэкологичность. Трудно представить себе, в какой среде обитали предки инфузорий, какой образ жизни они вели, какие экологические обстоятельства способствовали их превращению в инфузорий. Поэтому, прежде чем успокоиться на мысли о том, что инфузории произошли от жгутиконосцев, следует подумать, нет ли у этой гипотезы разумных альтернатив.

Думается, что такая альтернатива есть.

Если кроме жгутиконосцев никто из простейших заведомо не мог быть предком инфузорий, а по поводу жгутиконосцев есть серьезные сомнения, изложенные выше, то остается одно: поискать возможных предков Жгутиконосцев за пределами простейших. И тогда наше внимание сразу привлекают мелкие Плоские черви из отряда бескишечных турбеллярий (Acoela). Эти существа во многих отношениях похожи на инфузорий: они имеют близкие размеры, движутся преимущественно с помощью ресничек, обоеполы, при спаривании обмениваются мужскими половыми клетками. Правда — плоские черви — это многоклеточные эукариоты, в то время, как инфузории — одноклеточные гиперкариоты. Но так ли это важно?

Сходство между инфузориями и плоскими червями не осталось незамеченным. Так, югославским зоологом Й. Хаджи активно пропагандировалась концепция возникновения многоклеточности за счет целлюляризации — формирования клеточных границ у многоядерного простейшего. При этом предполагалось, что первыми многоклеточными животными были бескишечные плоские черви, а их предками — многоядерные инфузории. В рамках этой концепции сходство между инфузориями и плоскими червями было весьма эффективно обыграно [6].

Концепция целлюляризации была подвергнута резкой и, в целом, заслуженной критике со стороны многих зоологов [7]. В настоящее время концепция целлюляризации неспо-

собна конкурировать с ортодоксальными концепциями колониального происхождения многоклеточных. Однако в пылу дискуссии никто из ее участников не попытался проанализировать обратный вариант — происхождение инфузорий путем утраты клеточных границ в организме многоклеточного животного. Думается, что этому помешал один предрассудок, свойственный людям, воспитанным на классической форме клеточной теории. Этот предрассудок заключается в убежденности, что переход от одноклеточности и многоклеточности — это всегда и везде путь морфофизиологического прогресса, в то время как переход от многоклеточности к одноклеточности — это такой ужасающий регресс, о котором и подумать страшно. Регресс обыкновенно связывают с паразитизмом или, по крайней мере, с очень пассивным образом жизни. К бойким и активным инфузориям последнее явно не относится.

Почему переход от многоклеточности к синцитию должен непременно рассматриваться, как морфофизиологический регресс? Какие эволюционные завоевания при этом теряются? На эти вопросы нет разумных ответов. Но ведь инфузории — это даже не синцитий, а клетка нового типа. Сравнить по морфофизиологической прогрессивности — регрессивности плоских червей с инфузориями так же нелепо, как сравнивать многоклеточных прокариот с одноклеточными эукариотами. Возможно сравнение по эволюционной перспективности, но это совершенно другой подход. Морфофизиологический прогресс и отдаленная эволюционная перспективность вовсе не обязательно должны совпадать друг с другом.

Мысль о том, что инфузории могли произойти от многоклеточных животных в результате утери границ между клетками, высказал в 1924 году выдающийся советский зоолог и полярный исследователь Иван Илларионович Месяцев (1885—1940) [8]. Однако его мысли были восприняты как курьез и, к сожалению, не только современниками, но, по видимому, и самим Месяцевым, вскоре оставившим протозоологию ради исследования ихтиофауны полярных морей. В 1955 г. Л. А. Зенкевич в статье, посвященной 70-летию со дня рождения Месяцева, критически относясь к идее происхождения инфузорий от многоклеточных, тем не менее отметил, что несмотря на парадоксальность идеи Месяцева, у нас нет другого разумного способа для объяснения эволюционного возникновения конъюгации [9]. И это, несомненно, самый сильный козырь гипотезы происхождения инфузорий от многоклеточных. Обмен ядрами при конъюгации у инфузорий нетрудно вывести из обмена половыми клетками у спариваю-

щихся плоских червей; вывести конъюгацию из жизненных циклов жгутиконосцев невозможно.

Как же можно представить себе последовательность событий, приведших к превращению плоских червей в инфузории?

В 30-х годах советский гидрофизик В. В. Шулейкин попытался рассчитать зависимость эффективности различных механизмов движения от размеров животных. Он показал, что при размерах менее 1 мм более эффективно движение с помощью ресничек, при больших размерах — движение с помощью мышц [10].

По-видимому, именно в районе этой границы и лежали размеры мелких примитивных плоских червей, обладавших и мышечным, и ресничным движением. Для дальнейшей эволюции этих животных открывались две возможности: сделать ставку на движение с помощью мышц или сделать ставку на движение с помощью ресничек. Эволюция червей, выбравших мышцы, оказалось связанной с сильным увеличением размеров тела, развитием мышечной и нервной систем и прочих атрибутов многоклеточных животных. Яркий пример этого демонстрируют немуртины. Эволюция животных, «выбравших» движение с помощью ресничек, должна была пойти по принципиально другому пути. Прежде всего, должны были уменьшиться размеры. Совершенствование ресничного движения должно было вести к развитию механизмов координации движения ресничек. Нервная система для этого не годилась: подвести нервное окончание к каждой ресничке в принципе невозможно — необходима внутриклеточная система, координирующая движение ресничек. Как функционирует эта система, мы толком не знаем, однако наблюдая движения инфузорий, мы вполне можем оценить ее эффективность.

Двузвенная система управления ресничками (нервная и внутриклеточная) или маленького животного вряд ли может быть эффективной. Передаче же всего управления внутриклеточной системе мешают границы между клетками. В подобной ситуации мы можем ожидать постепенного исчезновения клеточных границ. Эта тенденция намечается и у ныне существующих бесконечных плоских червей [6, 7].

Централизация управления ресничками должна сопровождаться централизацией всей физиологии организма: должны появиться возможности для быстрого маневрирования энергетическими ресурсами, быстрого и эффективного переключения всей физиологии с режима на режим (например, с режима покоя на режим быстрого движения). Все это должно стимулировать полную ликвидацию клеточных границ.

Препятствием на пути полной централизации должна была оказаться не только многоклеточность, но и многоядерность. Именно этим объясняется концентрация всего рабочего генетического материала клетки в единый макронуклеус. Прimitивным инфузориям из отряда кариореликтид свойственна многоядерность (до 180 ядер) [1]. В процессе эволюции многоядерность исчезает: весь рабочий генетический материал клетки концентрируется в одном ядре. Пользуясь терминологией В. А. Догеля, происходит олигомеризация ядер. Догель справедливо рассматривал олигомеризацию как важнейшую тенденцию в прогрессивной эволюции **многоклеточных** животных [11], связывая генеральную линию эволюции простейших с полимеризацией, т. е. увеличением числа однотипных органоидов.

Судя по жизненному циклу современных инфузорий, в процессе эволюции произошли весьма любопытные изменения во взаимоотношениях родителей с потомством. Границы исчезли не только между клетками родительского организма, но и между родителем и детенышем. В результате половой процесс оказался оторванным от размножения и свелся к замене генетического аппарата родителя на генетический аппарат детеныша. При этом генетический аппарат потомка использовал уже сформировавшийся родительский организм, постепенно перестраивая его в соответствии с собственной наследственной информацией. Такое эволюционное решение, конечно, уникально, но ведь уникальна и сама эволюция инфузорий.

Разрыв между половым процессом и размножением должен вести к возрастанию роли бесполого размножения путем деления. Заметим, что размножаться путем деления способны и многоклеточные организмы бескишечных плоских червей.

Внутриклеточные органоиды, общие для инфузорий и простейших (например, сократительные вакуоли), могли в процессе эволюции сформироваться независимо.

Таким образом, переход мелкого многоклеточного животного на преимущественно ресничное движение должен был вести к утрате многоклеточности, развитию сверхинтегрированности организма и формированию клеток нового типа — гиперкариотов.

Гипотеза происхождения инфузорий от многоклеточных животных представляется автору более предпочтительной, чем традиционная точка зрения, согласно которой инфузории произошли от жгутиконосцев. По крайней мере, такая

гипотеза может служить сильной альтернативой традиционным представлениям. Можно предположить, что полезную информацию для сравнения альтернативных вариантов даст сопоставление нуклеиновых кислот инфузорий и возможных кандидатов на роль их предков.

Литература

1. Райков И. В. «Ядро простейших. Морфология и эволюция». Л., «Наука», 1973.
2. Corliss J. O. «The Ciliated Protozoa. Characterization, classification and guide to the literature», Oxford, New York, Pergamon Press, 1979.
3. Серавин Л. Н. «Место клетки среди живых систем», в сб. «Организация, интеграция и регуляция биологических систем». Л., изд-во ЛГУ, 1990.
4. Degel V. «Polymerization als ein Prinzip der progressiven Entwicklung bt Protozoan.», «Biol. Zbl.», 1929, 49, 451—469.
5. Первильев Б. В. «Новый биологический тип бактерий с хищным способом питания», «ДАН СССР», 1954, 98, № 5.
6. Hadri J. «The evolution of the Metazoa.», Oxford, Pergamon Press, 1963.
7. Иванов А. В. «Происхождение многоклеточных животных». Л., «Наука», 1968.
8. Месяцев И. И. «Конъюгация *Lionotus Camella* Ehrbg», «Русский Архив Протистологии», 1924, № 3.
9. Мурамцева Т. Л., Зенкевич Л. А. «Иван Илларионович Месяцев», «Труды Всесоюзного Гидробиологического Общества», 1956, 6.
10. Шулейкин В. В., Лукьянова В. В., Стась И. И. «Сравнительная динамика морских животных», «ДАН СССР», 1939, 22, № 7.
11. Догель В. А. «Олигомеризация гомологичных органов». Л., Изд-во ЛГУ, 1954.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Рукониси

не переиздаются и не возвращаются

117318 Москва, ул. Крылатская, д. 1, стр. 3, кв. 65
Тел. 888-20-00
Тираж 10 000
Цена 2 руб.
Заказ № 117318

ПОТРЕБНОСТИ

Рукописи

не рецензируются и не возвращаются

117313, Москва, ул. Кравченко, д. 4, корп. 3, кв. 65 а/я 129
Тел. 138-30-00 138 61 06

Заказ 620

Тираж 10 000

Цена 3 руб.

Типография Президиума Верховного Совета РСФСР

Цена 3 руб.