



## Г. Ф. ХИЛЬМИ

### Хаос и жизнь

Известный английский астрофизик Дж. Джинс<sup>1</sup> в книге «Вселенная вокруг нас», впервые изданной в 30-х годах нашего века, затрагивая вопрос о жизни и Вселенной, писал: «Три столетия, прошедшие с тех пор, как Джордано Бруно был сожжен на костре за его веру во множественность обитаемых миров, принесли с собой почти не поддающуюся описанию перемену в нашем познании мира, но они не приблизили нас сколько-нибудь заметно к пониманию связи между жизнью и Вселенной. Мы можем строить только догадки о значении жизни, которая, по всей видимости, является в ней столь редким явлением. Представляет ли она собой то высшее достижение, к которому идет мироздание и для которого биллионы лет превращений материи в ненаселенных туманностях, в звездах и рассеяние излучения в пустынных пространствах были только невероятно странной и удивительной подготовкой? Или не есть ли она простая случайность и незначительный побочный продукт естественных процессов, текущих в мировой материи? Или, становясь на еще более скромную точку зрения, не должны ли мы смотреть на нее как на болезнь, которой начинает страдать материя на старости лет, когда она теряет высокую температуру и способность к генерации того высокочастотного излучения, которым более молодая материя могла бы сразу уничтожить жизнь?»

Связь Вселенной и жизни Джинс обсуждает только в форме вопросов. Однако вопросы поставлены так, что выражают определенную точку зрения, согласно которой жизнь во Вселенной — невероятно странное и удивительное явление, может быть случайный и незначительный продукт развития естественных процессов или даже болезнь стареющей материи.

Выводы Джинса основаны на сопоставлении физических условий, встречающихся во Вселенной, с условиями, в которых возможно существование живых существ. Это сопоставление показывает, что условия, благоприятные для живых существ, встречаются во Вселенной редко и связаны с остывающей материей. Однако Джинс использовал только астрономические данные и не мог привлечь необходимых сведений о самой жизни; биофизические свойства жизни еще не были достаточно известны в его время. Но именно биофизические знания заставляют нас совершенно иначе смотреть на связь жизни и Вселенной.

<...>

В годы написания Джинсом книги «Вселенная вокруг нас» в областях науки, далеких от астрономии, оформились новые представления о месте и роли жизни в природе. Мы имеем в виду исследования В. И. Вернадского, посвященные биосфере, т. е. той оболочке нашей планеты, в которой существует живое вещество и где проявляется его влияние. Исключительные по глубине обобщения изложены Вернадским в двух его очерках: «Биосфера в космосе» и «Область жизни», впоследствии объединенных в книгу «Биосфера»<sup>2</sup>.

После исследований Вернадского стало совершенно ясно, что биосферу нельзя рассматривать только как область обитания живых существ на Земле. Биосфера — это сложно организованная система, в которой различные виды организмов взаимодействуют друг с другом и с внешней физической средой.

Первый, и очень важный, вывод Вернадского заключается в том, что жизнь, возникающая в относительно холодных частях космоса, пронизанных высокочастотным излучением горячих тел Вселенной, не случайное, пассивное явление, а закономерный результат развития материи. «История биосферы, — пишет Вернадский, — резко отлична от истории других частей планеты, и ее значение в планетном механизме совершенно исключительное. Она в такой же, если не в большей, степени есть создание Солнца, как и выявление процессов Земли. Древние интуиции великих религиозных созданий человечества о тварях Земли, в частности о людях как о детях Солнца, гораздо ближе к истине, чем думают те, которые видят в тварях Земли только эфемерные создания слепых и случайных изменений земного вещества, земных сил».

Но особенно важное значение имеет вывод Вернадского о влиянии живого вещества на геологическую и геохимическую историю Земли. «Можно без преувеличения утверждать, — пишет он, — что химическое состояние наружной коры нашей

планеты, биосферы, всецело находится под влиянием жизни, определяется живыми организмами. Несомненно, что энергия, придающая биосфере ее обычный облик, имеет космическое происхождение. Она исходит от Солнца в форме лучистой энергии. Но именно живые организмы, совокупность жизни, превращают эту космическую энергию в земную, химическую и создают бесконечное разнообразие нашего мира... Это живые организмы, которые своим дыханием, своим питанием, своим метаболизмом, своей смертью и своим разложением, постоянным использованием своего вещества, а главное — длящейся сотни миллионов лет непрерывной сменой поколений, своим рождением и размножением порождают одно из грандиознейших явлений, не существующих нигде, кроме биосферы. Этот великий планетарный процесс есть *миграция химических элементов в биосфере*, движение земных атомов, непрерывно длящееся больше двух миллиардов лет согласно определенным законам...

Но в окружающем мире теряется проявление отдельного организма. Приходится принимать во внимание все существующие мириады живых организмов — всю совокупность жизни, чтобы понять великое природное явление, которое они порождают. Всюду в среде жизни существует это вызванное жизнью великое химическое превращение, движение вещества, молекулярное изменение. Можно проследить во всей биосфере таким образом порожденное жизнью движение молекул; оно охватывает собой всю тропосферу, всю область океанов, живую природу суши. Можно уловить его проявление в свободной атмосфере — в стратосфере и дальше, до самой крайней границы планеты. Мы можем доказать его влияние далеко за пределами области жизни — в глубоких слоях Земли, в совершенно для нас чуждых областях метаморфизма».

Однако присутствие живого вещества оказывает существенное влияние не только на геохимическую миграцию в биосфере, но и на протекающие в ней физические явления, и прежде всего на происходящие в ней превращения энергии. Вернадский в своих исследованиях по биогеохимии обращался к проблемам энергетики биосферы, но, к сожалению, только попутно и эпизодически. Тем не менее и в этой области явлений им были выявлены некоторые фундаментальные закономерности, хотя наряду с этим встречаются нечеткие и даже неправильные интерпретации важных особенностей энергетики биосферы. Это можно объяснить тем, что в те годы, когда Вернадский проводил свои исследования, еще не были разработаны общие представления, необходимые для анализа энергетики биосферы; они вошли в

науку значительно позже, главным образом в связи с возникновением кибернетики.

Итак, присутствие живого вещества в биосфере придает своеобразный облик энергетическим явлениям на поверхности Земли.

Прежде всего живое вещество биосферы накапливает и сохраняет в своей биомассе энергию солнечного излучения, преобразуя ее в способную к дальнейшим превращениям энергию органических соединений. Входным каналом в биосферу для этой энергии и ее основным накопителем служат растительный покров континентов и зеленые организмы океанов. Растительные животные и хищники, питающиеся другими организмами, являются каналами вторичных превращений и вторичных аккумуляций энергии в биосфере.

Однако биосфера обогащается свободной энергией не только путем накопления этой энергии в биомассе организмов. При взаимодействии живого вещества с физическими средами — почвой, природными водами, атмосферой — происходит постоянное обогащение этих сред превратимой энергией.

Сама атмосфера, обогащенная превратимой энергией, благодаря присутствию свободного кислорода — создание жизни. Постоянство запаса кислорода в современной атмосфере тоже результат жизнедеятельности растений. Организмы планеты для поддержания своего существования передвигают в течение года массу газов, которая в несколько раз превышает массу атмосферы. «В смысле создания свободной энергии, — пишет Вернадский, — действенной энергии планеты, основным является перевод лучистой энергии Солнца через живое вещество в свободный кислород, охватывающий всю поверхность планеты, дающий ей совсем особые, вне ее не наблюдаемые свойства».

Кроме того, в результате жизнедеятельности растений почва обогащается свободной энергией. Это происходит при создании растениями подземного органического вещества, при разрыхлении почвы корнями растений и водными потоками, возникающими в почве при поглощении корнями влаги, при выделении корнями в почву химических веществ и т. п.

Влияние живого вещества не ограничивается тонкой пленкой, образуемой почвой, а проникает значительно глубже. За геологическое время живое вещество пронизывает земную кору мельчайшей пылью своих остатков и многими минералами, возникшими под влиянием его жизнедеятельности. В результате этого также происходит обогащение земной коры свободной энергией.

Таким образом, благодаря живому веществу энергия солнечного излучения не просто воздействует на поверхность Земли, а становится энергией Земли и ее процессов.

Энергетика биосферы существенно сложнее и отлична от энергетики простых физических систем, не содержащих живого вещества. Поверхность Земли, лишенная живого вещества, не могла бы обладать столь большим количеством свободной, превратимой энергии, которым обладает современная природа, обильно заселенная живыми существами. Следовательно, возникновение и развитие биосферы на Земле с ее живым веществом, атмосферой и почвами — это воплощение таких превращений энергии, которые привели к огромному обогащению внешних оболочек планеты свободной энергией. Это дало Вернадскому повод высказать предположение о том, что биосфера не подчиняется второму закону термодинамики. «В своей совокупности растения и животные, вся живая природа, — писал Вернадский, — представляют природное явление, противоречащее в своем эффекте в биосфере принципу Карно\* в его обычной формулировке. Обыкновенно в земной коре в результате жизни и всех ее проявлений *происходит увеличение действительной энергии*».

Ошибочная мысль о неподчиненности биологических явлений и биосферы второму закону термодинамики неоднократно встречалась в литературе и после Вернадского. На самом деле понимание особенностей энергетики биосферы вовсе не требует отказа от второго закона термодинамики. Энергозапас биосферы возникает в результате превращений свободной энергии внешней космической среды в энергию биосферы — прежде всего в энергию ее живого вещества. То, что при этом превращении свободная энергия биосферы не убывает и даже может возрастать, не противоречит второму закону термодинамики. Дело в том, что эффекты второго закона термодинамики реализуются не в биосфере, а за ее пределами. Поэтому возрастание энтропии происходит, но только во внешних относительно биосферы частях мира, где и возникает убыль превратимой энергии в количестве, превышающем роль свободной энергии в биосфере.  
<...>



\* Принцип Карно — другое название второго закона термодинамики.