

БИОСФЕРА ГЛАЗАМИ НАТУРАЛИСТА

К.П.Флоренский

О биосфере в наши дни говорят многие и много, но очень часто говорят, как справедливо отметил Б.С.Соколов, **не по Вернадскому**. В этой связи особый интерес представляют заметки о биосфере, написанные К.П.Флоренским, чье восприятие идей Вернадского отличалось поразительной адекватностью, которую улавливали многие, знавшие Флоренского лично, как мы, его ученики, или же только по публикациям.

Кирилл Павлович Флоренский (1915–1982) был самым молодым сотрудником Вернадского и, вероятно, последним прямым его учеником. Он начал свою научную работу как палеонтолог, а закончил ее одним из создателей сравнительной планетологии. Сам он называл себя геохимиком. Основную часть жизни Флоренский проработал в Институте геохимии и аналитической химии АН СССР, носящем имя Вернадского, и в Биогеохимической лаборатории (Биогел), из которой этот институт вырос.

В Биогел Флоренский пришел в 1935 г., когда ему было всего 19 лет. Здесь он начал работать непосредственно с Владимиром Ивановичем, так что Флоренский учился понимать его не только по книгам. И все-таки удивительная точность восприятия им личности и идей Вернадского объясняется, на наш взгляд, не столько непосредственным сотрудничеством, сколько близостью мироощущения этих двух людей. Оба они — и учитель, и ученик — воспринимали Природу как совокупное целое, исследовали ее как **натуралисты**, ощущали живое (себя, в том числе) ее неотрывной частью.

В конце 40-х и в 50-е годы, в пору, скажем, некоторого отчуждения от мыслей и идей Вернадского, когда книги его почти не переиздавались, а большинство ученых удовлетворялись канонизированными цитатами из Вернадского, Флоренский постоянно работает над подготовкой трудов своего учителя к публикации. И с 60-х годов они начали выходить (почти все с предисловиями и комментариями Флоренского), подняв новую волну интереса к научному наследию Вернадского.

Основу предлагаемых читателю заметок Флоренского о биосфере составляют тезисы, написанные им при подготовке к трем разным выступлениям: в Политехническом музее (28.X.1979), в Московском обществе испытателей природы (19.11.1981) и на семинаре по математическому моделированию геохимических циклов в Севастополе (2.XI.1981).

Данные заметки не были подготовлены Флоренским для печати, и потому несколько необычны по форме, но других он уже не напишет. Между тем заметки

Флоренского представляются нам очень актуальными, так как это не пересказ идей Вернадского, а изложение представлений о биосфере с позиций современных знаний, в том числе и принципиально новых, появившихся в области сравнительной планетологии.

А.Т.Базилевский,

доктор геолого-минералогических наук

О.В.Николаева,

кандидат геолого-минералогических наук

Г.А.Бурба,

кандидат географических наук

Институт геохимии и аналитической
химии им. В.И.Вернадского АН СССР

В.И.ВЕРНАДСКИЙ — НАТУРАЛИСТ, ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЬ

Дорогие друзья¹

Я так смело обращаюсь к вам, потому что уверен, что здесь собрались именно друзья — люди, которые поняли или хотят понять все значение Вернадского для современной науки.

✧ В то же время мы мало знаем Вернадского. Отчего?

1. Вернадский опередил свое время. Мы только теперь [начинаем осознавать] глубину его подхода.

2. Глубокая скромность и историчность его подхода, когда многие его достижения вошли в жизнь, выросли в науку и оторвались от его имени.

[Образ В.И.Вернадского] — образ сеятеля. Однако надо помнить, что среди сеятелей есть деятели двух типов. Первый (сеятель-землепашец): «**Я** посеял, **Я** выбрал семена, **Я** собрал урожай...». — Все удивляются его труду. Другой: «Поле культивировали предки, селекционные семена от станции, лемех плуга усовершенствовал рационализатор, севооборот по методу... Посмотрите, какой **выдался** урожай». — Что сделал сам сельский хозяин? Так и Вернадский.

¹ Здесь и далее все шрифтовые выделения авторские.

✧ Мне выпало счастье в течение ряда лет работать непосредственно с Владимиром Ивановичем. Общее ощущение **света** и благожелательность, которые исходили от него как человека.

До старости способность радостно удивляться новым фактам, новым обобщениям. Как это непохоже на всезнаек, которые на все говорят «Я уже...» и не удивляются ничему или закоренели в сознании собственной непогрешимости. Древние говорили: **удивление — мать философии (т. е. мудрости)**.

Страстность в науке. В.И.Вернадский — борец, а не кабинетный ученый. Он боролся не за идею-гипотезу, а за **истину**, а она безлика.

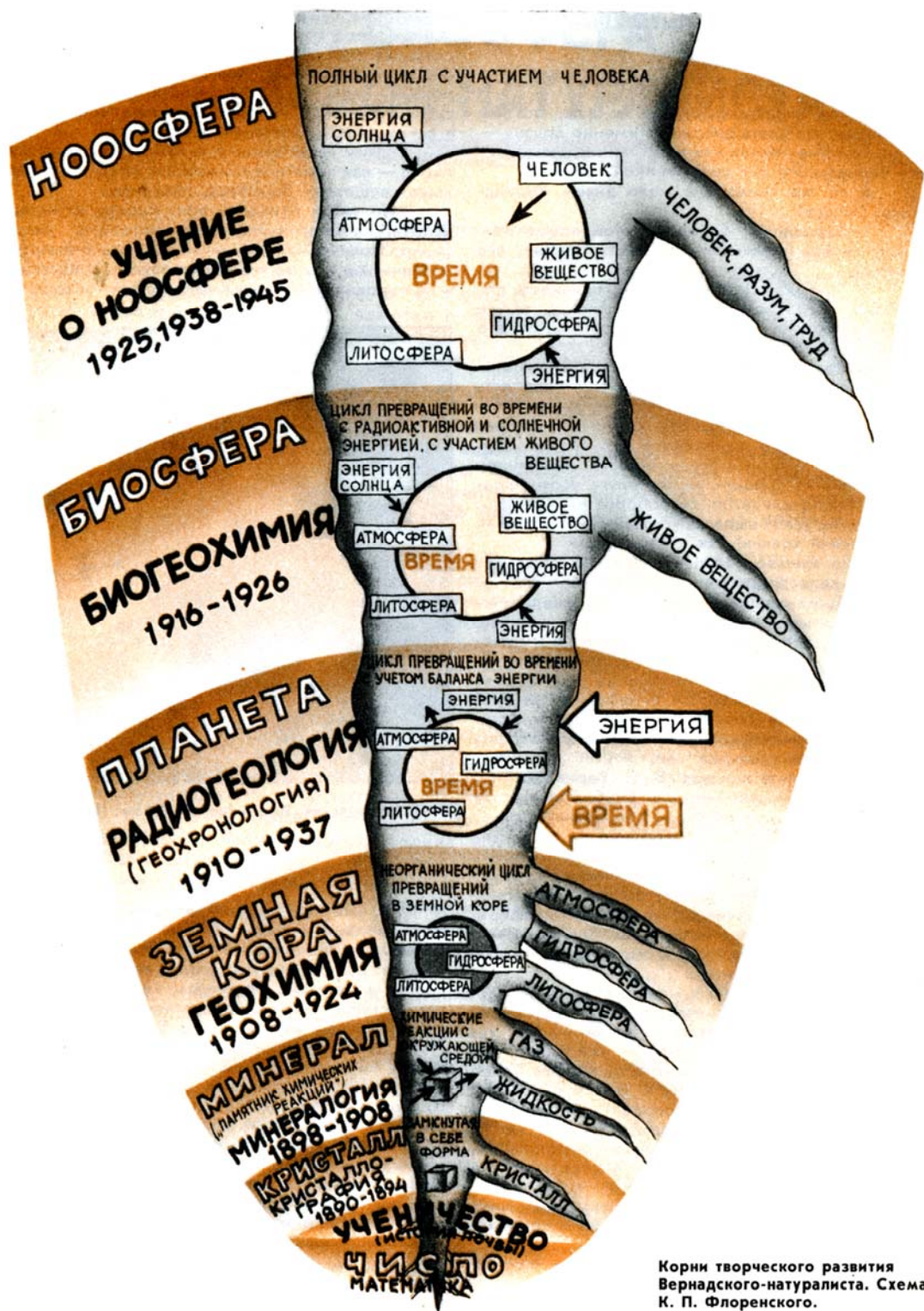
✧ В чем же главные особенности Владимира Ивановича как ученого? Он основал или коренным образом изменил методологически ряд наук: минералогия, геохимия (радиогеология, геохронология, геохимия изотопов), учение о биосфере, биогеохимия, учение о ноосфере... Все эти ответвления Науки развиваются и идут по пути, подсказанному Вернадским.

Про других ученых можно сказать — разбрасывается... или — **сначала** занимался, скажем, кристаллографией, а **потом** — аналитической химией. У Владимира Ивановича — все едино, все цельно. **Изучение природного тела как все более сложной системы** [см. схему К.П.Флоренского].

✧ Владимир Иванович говорил: «Мы все больше специализируемся по проблемам, а не по наукам», т. е. отдельным научным дисциплинам, изучающим не объект в целом, а отдельные его свойства при помощи конкретного метода.

✧ Такой проблемой для Владимира Ивановича всегда было **естественное природное тело**, которое имеет свои границы, свои законы развития, но которое существует только в своей определенной среде, неразрывно с ним связанной, сохраняясь за счет динамического равновесия внешних и внутренних процессов. Естественное природное тело является логически замкнутой природной системой, которая существует и изучается в совокупности всех свойств.

Таким естественным телом может быть минерал — как памятник химических реакций, почва, живое вещество, биосфера, ноосфера.



Но такой подход и есть подход естествоиспытателя-натуралиста, для которого метод (микроскопический, химический, масс-спектрометрический и т. д.) является мощным средством, а не самоцелью познания природного тела.

В наш век дробления научных дисциплин такой подход в ряде случаев становится **определяющим**. Из него, в частности, следует все большая роль коллектива ученых разных специальностей в решении проблемы в целом. Коллектив выступает как единый организм, способный к всестороннему изучению [проблемы]².

✧ Но всякое природное естественное тело — будем пользоваться этим термином — существует, живет и развивается не только в контакте со своими соседями, своей средой — **в пространстве**, но и **ВО ВРЕМЕНИ. Время — это жизнь**.

✧ И вот, изучая биосферу и роль живых организмов в ней, Владимир Иванович увидел, что на фоне **почти постоянного количества** живого вещества, которое заняло все биологические ниши **на заре** истории Земли, на фоне морфологической эволюции организмов, в которой усовершенствование идет и медленно, и достаточно беспорядочно, есть один и четко направленный, и важный для человечества процесс — это процесс **цефализации**, т. е. усовершенствования центральной нервной системы. **Мозг** оказался наиболее важным средством, обеспечившим развитие вида.

✧ Постепенно развиваясь, на каком-то этапе именно мозг человека, его **разум** поставил Человека в особые отношения со средой. Своим коллективным трудом, управляемым разумом, Человек стал так сильно воздействовать на среду обитания, что все остальные силы природы в своей совокупной мощи не могут восстановить исходного природного равновесия. Как говорят, человек стал покорять природу.

✧ Однако мощные средства воздействия, которые оказались в руках человека, требуют соответственно разумного к ним отношения.

Возникла серьезная опасность, что человечество может «подрубить тот сук, на котором сидит». Как в песенке:

Маленький мальчик нашел пулемет...

Больше в деревне никто не живет!

✧ Таким образом, сейчас человечество благодаря разуму обладает такими мощными средствами, которые переделывают лицо всей

² Именно такой подход был принят Флоренским за основу при подборе людей в возглавлявшуюся им с 1967 г. лабораторию сравнительной планетологии.

биосферы Земли. Необходимо не произвольное, а **разумное преобразование** в интересах всего человечества, такое преобразование, которое не разрушило бы, а лишь видоизменило организацию биосферы в целом.

✧ **Биосфера, изменяемая коллективным трудом человечества, трудом, который направляется разумом**, трудом, который возможен только в условиях плановых коллективных усилий всего человечества, **и есть ноосфера**, сфера разума, по Вернадскому.

Ноосфера — биосфера, органически включающая социального, Homo faber, человека и его деятельность в окружающей природе, и есть наиболее сложное природное естественное тело в ряду последовательного усложнения, о котором я упоминал.

При таком представлении ноосфера — не случайность, а необходимое следствие всего развития живой материи³. Отсюда — оптимизм и убеждение в том, что случайные причины могут только тормозить, но не могут прекратить движения человека как выразителя всего природного процесса к **ноосфере**.

БИОСФЕРА КАК ОСОБЕННОСТЬ ПЛАНЕТЫ — ЗЕМЛЯ

✧ Всего 10–12 лет тому назад господствовало убеждение о **широком** развитии внеземной жизни. Помимо философских предпосылок это увлечение имеет исторические основания.

Каналы **Марса**. Скиапарелли. <...>⁴.

³ Как писал Вернадский, «мощный процесс, совершающийся в биосфере в длительности **геологического** времени... Он не может быть сдвинут в своем течении силами, проявляющимися в кадрах времени **исторического**...» (Размышления натуралиста. Кн. 2. М., 1977. С. 66).

⁴ Содержание опущенного абзаца в подробном изложении Флоренского: «Итальянский астроном Дж. Скиапарелли (1835–1910) зарисовал множество прямолинейных деталей на Марсе, названных проливами — canali. Это итальянское слово не включает в себе указания на искусственное происхождение данных деталей. Однако его использование совпало с периодом постройки важнейших каналов на Земле — Суэцкого (1859–1869) и Панамского (1881) — и сразу приобрело в других языках оттенок указания на искусственность. Надо иметь в виду, что в лучшие телескопы того времени поверхность Марса была видна так, как Луна в

Венера — то же. Покрытая облаками таинственная поверхность. Климат и растительность карбона.

Луна. Еще в 1969 г. космонавты, вернувшись с Луны («Аполлон-11»), месяц сидели в жестком карантине, чтобы не заразить Землю.

✧ Сейчас практически обследована вся Солнечная система. О распространении жизни можно говорить более определенно.

Земля оказалась удивительно **приспособленной** для жизни. И нельзя говорить, что **жизнь** приспособилась, а именно Земля обладает рядом обязательных условий для жизни.

✧ Мы пока не можем достаточно полно и исчерпывающе дать определение **жизни** и будем пользоваться определением Энгельса — недостаточным, но верным: «способ существования белковых тел»⁵.

Это значит, что гипотетическим небелковым формам, например на основе кремния, фтора, аммиака и т. д., мы можем не уделять внимания.

Это значит, что обязательными условиями жизни являются по крайней мере поле устойчивости жидкой, не перегретой воды и устойчивой газовой фазы — атмосферы, которая обеспечивает активность метаболизма.

Эти условия соответствуют определенным расстояниям от Солнца и определенным граничным размерам планет.

Расстояние от Солнца. Солнечная система очень велика по протяженности⁶. До Плутона 40 а. е. [астрономических единиц].

театральный бинокль. Оптические эффекты, сдобренные изрядной долей фантазии, позволили построить правильную геометрическую сетку каналов и рассматривать их как свидетельство разумной деятельности марсиан. Из астрономов эта идея особенно увлекла П.Лоуэлла (1855–1916) и была широко раздута печатью. В научной литературе в основном обсуждалась проблема марсианской жизни вообще, без указания на ее разумность. В это верили такие ученые, как В.И.Вернадский, а Г.А.Тихов (1875–1960) обосновал ветвь наблюдательной науки — астробиологию, доказывая наличие растительности на Марсе» (Очерки сравнительной планетологии. М., 1981. С. 81).

⁵ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. М., 1961. С. 616.

⁶ «Наглядное, образное представление о размерах Солнечной системы можно получить, если мы представим себе Солнце в виде крупного апельсина диаметром

Поток солнечного излучения на телах Солнечной системы меняется в 10 тыс. раз — от $9 \cdot 10^6$ на Меркурии до $0,0009 \cdot 10^6$ эрг/см²·с на Плуtone. Близки условия спутников Юпитера и Сатурна, сложенных льдами.

Средняя температура на поверхности Земли [1 а. е. от Солнца] около 15 °С. На поверхности Венеры (0,7 а. е. от Солнца, т. е. с изменением расстояния всего на 30%) температура около 500 °С, а на Марсе (1,5 а. е. от Солнца) минус 60 °С с максимумом в подсолнечной точке плюс 20 °С.

Таким образом, **зона жизни вокруг Солнца, примерно равная зоне жидкой воды**, очень узкая, гораздо уже, чем предполагалось, и охватывает менее 2 а. е., т. е. менее 5% планетарной протяженности Солнечной системы.

✧ **Размеры планеты.** Минимальные размеры тела [пригодного для жизни] определяются способностью удерживать атмосферу. Так, **Луна и Меркурий** практически лишены атмосферы.

Даже Марс (0,1 массы Земли) имеет плотность атмосферы всего 0,016 плотности атмосферы Земли. Правда, это частично объясняется низкой температурой поверхности и конденсацией СО₂ и криогидратов. **Жидкой воды** на поверхности Марса сейчас нет, но, вероятно, [она] появлялась в прошлом.

Планеты Маленького Принца не существует.

Венера (0,8 массы Земли) обеднена водой даже в связанном в силикатах состоянии, возможно, за счет близости к Солнцу и высокой температуры экзосферы.

Размеры **Земли** близки к минимальным для достаточного удержания легких газов, хотя она и теряет водород и гелий.

Планета, масса которой более 0,01 массы Солнца, будет саморазогреваться и даже в 0,001 массы Солнца будет иметь настолько плотную и вязкую атмосферу, что солнечные лучи не смогут доходить

10 см, и тогда в 10 м от него увидим маковое зерно — Землю, в 50 м — мелкую вишню — Юпитер, в 300 м — зерно пшеницы — Нептун, а в 400 м — Плутон», — пишет К.П.Флоренский в «Очерках сравнительной планетологии». (С. 10).

до поверхности, а процессы метаболизма будут резко затруднены. Таковы гигантские планеты типа **Юпитера** и **Сатурна**.

✧ Таким образом, вне Земли можно допустить наличие **бактериальных организмов лишь на Марсе**, где они могут существовать лишь на глубине, скорее **под** слоем вечной мерзлоты, за счет химических процессов без прямого использования энергии Солнца. Могут ли при этом обеспечиваться замкнутые биосферные циклы — совершенно неясно. Изучение этого вопроса пока еще не потеряло интереса⁷.

✧ Мы не имеем никаких экспериментальных данных о наличии **планет земного типа около звезд** вне Солнечной системы, и все рассуждения на эту тему грубо можно пока уподобить умножению 0 на ∞ . Тем более не ясна реальность обитаемых планет, существование которых постулируется из общих соображений с учетом множественности звездных миров.

✧ Совершенно иначе стоит вопрос о распространенности **абиотических сложных органических соединений**, которые широко возникают в условиях симметричного синтеза в космосе. По-видимому, они очень распространены в ядрах комет и присутствуют в углистых метеоритах⁸. Возможно, что они и являются теми **протобиологическими** веществами, которые положили **начало биогенному асимметричному синтезу** живых организмов.

✧ Я совершенно не касаюсь ряда **благоприятных** для развития биосферы Земли, но, **возможно, не обязательных свойств** — скорость и наклон оси вращения, наличие магнитного поля и радиационных поясов, Луны и приливов Океана, тектонической активности и т. д.

⁷ Интересен, наверное, и поднимавшийся Флоренским вопрос о создании на Марсе искусственной биосферы. По его мысли, Марс мог бы стать природным экспериментальным полигоном по изучению проблемы эволюции биосферы. Конечно, это дело того далекого будущего, когда будет достаточно изучен сам Марс и — что еще важнее — когда люди Земли смогут договориться между собой на основе Разума.

⁸ Это подтверждают недавние результаты изучения кометы Галлея в программах «Вега» и «Джотто» в 1986 г., а также новые данные по углистым хондритам (см.: Горизонты современной метеоритики // Природа. №9. 1987. С. 41–43).

Таким образом, мы переходим от понятия «жизнь», «организм» к понятию **биосферы как планетарной оболочки.**

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ БИОСФЕРЫ

✧ Проблема, ради которой мы собрались⁹, — часть проблемы **охраны окружающей среды.**

✧ Я убежден, что это наиболее важная проблема, которая стоит перед человечеством, разумеется, после проблемы **Войны и Мира.**

✧ Однако такая формулировка нашей проблемы, хотя и общеупотребительна, но не точна. Такая формулировка — для конкретной практики, для промышленности. Безотходное производство [например]. В Науке приходится смотреть дальше.

Охрана — означает сохранение, т. е. невмешательство. «Назад к природе».

✧ Наша задача — **не сохранять** вообще, **но переделывать** для **удобства человека.** Мы уничтожаем чуму, холеру, оспу, малярию, туберкулез, мы боремся с вредителями сельского хозяйства — **и будем бороться.** А ведь все это элементы окружающей среды.

✧ Задача — переделка биосферы в ноосферу, т. е. сферу Разума. Наша задача гораздо скромнее — геохимические предпосылки **такой** переделки, которые необходимы для **сохранения организованности** необычайно сложной самоорганизующейся системы, способность которой к сохранению нужной организации **не беспредельна.**

✧ Иногда говорят о **полном уничтожении жизни** — например, в результате ядерной катастрофы. Я думаю, что это ошибка. Полного уничтожения **жизни** быть не может. Однако уничтожение условий, необходимых для человека, может произойти сравнительно легко. Достаточно понижения или повышения средней температуры Земли всего на 10° или падения в содержании свободного кислорода до 16%, чтобы человечество погибло или почти погибло.

⁹ Название семинара: «Математическое моделирование геохимических циклов в системе атмосфера — океан — биосфера».

А что толку в Земле, населенной только анаэробными бактериями, синезелеными водорослями или другими формами низших организмов?

✧ Вопросами **охраны среды** занимаются у нас тысячи научных сотрудников. [Существует] громадная литература. И все же эту работу необходимо **резко усилить**. Нужно ли привлечение новых людей? Я думаю, что дело не в этом. Дело в **организации** работы.

✧ Есть несколько причин **малой эффективности** ее:

1. Необычайная **сложность**, фрагментарность изучаемой системы.
2. **Раздробленность сил**, не объединенных единой концепцией.

Преодоление первой трудности сводится к **максимальному логическому упрощению всей системы**, чтобы иметь реальную возможность моделировать ее.

✧ Математика — не наука о числах — это арифметика.

Математика — это наука о безошибочном мышлении. При этом математический аппарат и методы решения на ЭВМ практически полностью обеспечивают правильность выводов, при условии правильности и достаточности предпосылок. К сожалению, **именно постановка задачи (половина работы)** часто оказывается недостаточной, а выводы после ЭВМ — признаются безупречными.

✧ [Вторая трудность] — преодоление ведомственной разобщенности. Если нельзя преодолеть организационные трудности раздробленности ученых, работающих в разных городах, разных учреждениях и ведомствах, — необходимо бороться за **идейное единство сил**. К сожалению, сейчас этого сказать нельзя, и даже само название нашего семинара достойно обсуждения.

✧ Я решаюсь говорить в этом авторитетном собрании о границах биосферы по двум причинам:

1. **В самом названии нашего семинара** — «математическое моделирование геохимических циклов в системе атмосфера – океан – биосфера» — заложено разное понимание биосферы среди участников семинара.

2. **Математика**, как я уже упоминал, — не столько наука о числах, как наука о достоверном мышлении, которое только тогда

становится общеобязательным и общепонятным, когда используются единые постулаты и единая терминология¹⁰.

✧ **Учение о биосфере**, наиболее разобранное Вернадским, развивалось **разными** путями в пределах **разных** циклов естественноисторических наук, что и привело к различному пониманию ее границ.

✧ **Биосфера**, как и любое естественное тело, имеет **бесконечное количество свойств**, изучаемых частными науками, **включая социологию**.

✧ Поэтому не будем спорить, к какому циклу относится проблема ее изучения — геологическому, географическому, биологическому или социально-экономическому. Это **комплексная проблема**, требующая объединенных усилий **всех ученых**. Как подчеркивал Вернадский, мы все более специализируемся по проблемам, а не по научным дисциплинам.

Это синтетическая проблема, в решении которой должно очень четко пониматься **взаимодействие частей проблемы**. Это особенно важно в попытке математического моделирования отдельных частных, которые должны легко укладываться в единое целое.

✧ В.И. Ленин: «Кто берется за частные вопросы без предварительного решения общих, тот неминуемо будет... бессознательно для себя “наткаться” на эти общие вопросы»¹¹.

✧ Сейчас бытует по крайней мере 3 определения биосферы.

¹⁰ Флоренский писал: «Единого научного языка нет. Соответственно тому, что **наука** разделяется на **науки** и специальности так, что разные специальности изучают фрагменты явления, рассматривая их с разных сторон, соответственно этому дробится наш язык и общечеловеческие “слова” заменяются научными “терминами”. При этом **в одно и то же** слово вкладывается в разных случаях разный смысл. “Гидросфера” океанолога и геохимика представляет разные понятия, так же различно “время” геолога и историка, “атмосфера” химика и художника... Может быть уместно привести здесь яркий случай, когда в старинном словаре ружейной охоты С.И. Романова (1877) слово “вода” исчерпывается объяснением — “место обитания водоплавающей дичи”» (Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1963. Вып. 3. С. 116).

¹¹ Ленин В.И. Поли. собр. соч. Т. 15. С. 368.

1. **Вернадский.** Особая оболочка Земли — **область существования активной жизни.** Ее границы — область взаимодействия атмосферы и литосферы, включая всю гидросферу. Биокосная оболочка [т. е. представляющая неразрывное единство организмов и среды их обитания].

2. **«Биологическая»** — **сумма живых организмов** — живая оболочка планеты.

3. **«Геологическая»** — **область развития биогенных процессов и биогенных пород земной коры.** Сюда включаются «былые биосферы» Вернадского, возможно, включая граниты¹². На этом вопросе в ряде своих работ останавливается Н.Б.Вассоевич, который вводит понятие метабиосферы, соответствующее былым биосферам Вернадского.

✧ Естественно, что при таком различном понимании термина не только **расплывается сама проблема** и методы ее изучения, но и постулаты, необходимые для создания **модели.** Не говоря о том, что при попытке договориться разговор идет на разных языках.

✧ Биосфера — единая, но очень **сложная** система. Успешность создания единой модели биосферы зависит от ее сведения к наиболее простым, но исчерпывающим в данной ситуации параметрам.

✧ Рассмотрим разные определения биосферы с интересующей нас позиции.

Биосфера [в понимании Вернадского] — это особая, кибернетическая оболочка планеты — т. е. самоорганизующаяся, самоуправляющаяся, которая характеризуется **цикличностью.** Не круг, а пружина. Эпициклы. Именно цикличность, хотя и неполная, при наличии достаточного разнообразия придает ей устойчивость.

¹² В предисловии к «Очеркам геохимии» Вернадского (М., 1983. С. 6) Флоренский поясняет: «Фации былых биосфер — это, например, мраморовидные известняки, парагнейсы, а, возможно, и граниты. Термин “былые биосферы” во множественном числе, несмотря на единство биосферы в историческом аспекте, Вернадский, очевидно, употребляет, чтобы подчеркнуть различную историю таких фаций, подобно тому, как мы говорим “былые времена”».

Эта устойчивость в пределах геологического времени создалась применительно к определенному колебанию физико-химических факторов, которые, хотя и приводили к гибели отдельных специализированных видов организмов, не могли нарушить биогеохимические функции биосферы.

✧ Таким образом, мы видим, что эта устойчивость не беспредельна.

✧ Сейчас вмешалась новая **геологическая сила** — деятельность **разумного человека**, которая, скажем прямо, **не всегда разумна** — войны, хищничество... Стабильность — приспособленность к **определенным** геохимическим вариациям. Человек вносит новый тип изменения. Реакция биосферы не инертна, а активна.

✧ Системы, созданные человеком, отличаются **пониженной устойчивостью** (медицина, высотные плотины, атомные запасы и т. д.). Такие системы при изменении условий создают **вероятность срыва** — этого **надо бояться** и помнить о судьбе вымерших слишком специализированных организмов.

Срывы социального и стихийного порядка.

✧ Борьба за самоорганизованность систем, построенных в ноосфере на принципе **обратной связи подобно биосфере**, но на новом уровне.

✧ Биосфера как сумма живых организмов требует изучения миллиона видов, редуцируемых в также очень большое количество пищевых цепей, биоценозов, экологических ниш и т. д. Кроме того, при таком подходе организм отрывается от среды своего существования. Среда — не пищевые цепи. Человек и среда — нельзя противопоставлять! Организма вне среды нет.

Суть жизни — в метаболизме, и живого вещества без него, т. е. без окружающей среды, просто не существует.

✧ Биосфера, включающая былые биосферы, требует особого понятия — **метабиосферы, мегабиосферы, панбиосферы** — так как включает как биологическое время, так и геологическое. Первое, определяемое ферментативными реакциями, в **тысячи или миллионы** раз превосходит второе по скорости реакций.

Геологическое время крайне важно для понимания истории Земли в целом или земной коры, но обладает слишком медленным течением для истории человечества.

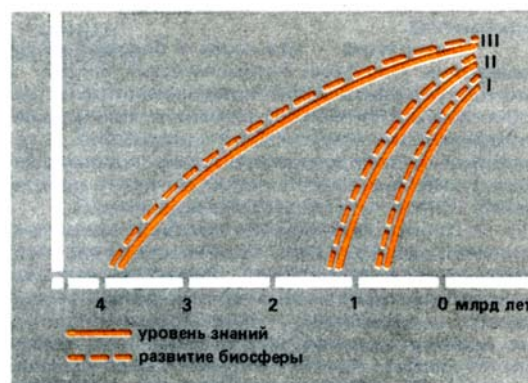
✧ Оптимальным является определение Вернадского, которое не разрывает связи живого вещества с окружающей средой и сохраняет как биологическое, так и геологическое время. При этом продуктивным оказывается геохимический метод, который позволяет **провести редукцию** и оперировать всего 92 элементами в циклах, вместо комбинаций из миллиона организмов — правда, многие из них [таких комбинаций] не реализуются.

✧ Глобальность. Биосфера представляет собой тонкую поверхностную пленку фрагментарного строения, облегающую всю планету.

Океан и атмосфера как части биосферы.

Говоря о теме нашего семинара, нельзя считать океан просто вместилищем соленой воды, а необходимо рассматривать его как часть биосферы — биокосную систему, обладающую единой организацией. Надо помнить, что масса океана профильтровывается за полгода через организмы, а верхний слой 500 м — всего за 20 дней. Вся вода проходит через фотосинтез за 5–6 млн. лет, т. е. возобновилась около 800 раз за историю Земли. Организмы содержат воды в 5 раз больше, чем реки.

✧ Интересно обсудить вопрос о **границах биосферы** не только в пространстве, но и **во времени**. Ввиду нерешенности этого вопроса позвольте мне вам показать простейший график¹³.



Сведения о развитии биосферы в сопоставлении с общим уровнем геологических знаний.

¹³ Этим рисунком рукопись обрывается.

[В XIX в., например, знание геологической истории Земли ограничивалось последними ~600 млн. лет, и признаки существования биосферы обнаруживались на протяжении всего этого периода (кривые I); в первой половине XX в., во времена Вернадского, возраст древнейших известных пород увеличился до ~1,2 млрд. лет, и опять следы биосферы фиксировались для всего этого времени (кривые II); теперь самые древние из известных на Земле пород датируются 3,8 млрд. лет и по-прежнему несут в себе следы существования биосферы (кривые III). **«Мы должны признать, что в пределах геологического времени жизнь должна считаться извечной и что в эти времена всегда на Земле существовало живое вещество»¹⁴**].

¹⁴ *Вернадский В.И.* Живое вещество. М., 1978. С. 163.