

НАСЛЕДИЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА
(к 150-летию великого ученого)

УДК

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОСНОВА УЧЕНИЯ
О БИОСФЕРЕ–НООСФЕРЕ В.И. ВЕРНАДСКОГО
(к 150-летию академика В.И. Вернадского)

© 2013 г. Ю.Г. Пузаченко

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

Поступила 04.05.2012г.

Рассматриваются основные положения, вытекающие из термодинамики, используемые В.И. Вернадским в обосновании планетарных оболочек. Показано, что “живое” им определено как независимая термодинамическая переменная, а “живое вещество” – в соответствии с термостатикой как статистический ансамбль; через определения понятия организованности де-факто введена энтропия-информация – естественная термодинамическая переменная, определяющая становление ноосферы. Утверждается, что система отношений, обоснованная В.И. Вернадским полностью отвечает современным представлениям неравновесной термодинамики и синергетики, а задачи, сформулированные им в начале XX в., остаются нерешенными.

Классики науки – ученые, сумевшие на основе научного знания своего времени и мощности собственного аналитического мышления, создавая конструкцию явления, увидеть и выделить огромное разнообразие проблем и следствий, не очевидных и не понятных в текущий момент времени, но ясно проявляющихся в отдаленном будущем. Как следствие, их труды сохраняют важное значение для многих поколений и каждое поколение, каждый ученый находит в них отправные точки для развития исследований близких ему аспектов реальности. “... Классические произведения отдельных личностей естествознания и математических наук – индивидуальные и яркие проявления научной мысли – остаются нетронутыми на фоне этого научного аппарата, как индивидуальные научные факты. Они переходят из поколения в поколение” [12, с. 55]. В.И. Вернадский является именно таким классиком научной мысли и анализу его творчества посвящены сотни работ, лучшие из которых развивают различные аспекты его представлений. С другой стороны естественный интерес вызывает и сама личность классика, способ и форма ее мышления, ее мировоззрение, практическая деятельность, позволившая оставить человечеству столь всеобъемлющее наследие.

Вместе с тем тексты Владимира Ивановича трудны для чтения и понимания. С чисто внешней стороны эта трудность определяется огром-

ным объемом фактического материала, охватывающего широкую область знаний, детальные экскурсы в историю их развития, в которых для читателя часто теряются важнейшие теоретические положения и конструкции. Читатель произведений В.И. Вернадского, большей частью не обладающий его эрудицией, трудно воспринимает важность анализа, и значительная часть текста лежит за пределами его знаний и понимания. В результате в процессе чтения теряется целостное восприятие содержания работы. Но факты и историзм являются методологической основой работы В.И. Вернадского. Именно из них вытекает его “эмпирическое обобщение”, которое он ставит выше любых гипотез и теорий. С другой стороны, одавливающее большинство его текстов пронизано математическими основаниями, термодинамикой, термостатикой, высшей геометрией и т.п., на которые далеко не всегда есть прямые ссылки. Вообще теоретико-математические основания нигде не выходят на первый план и практически полностью подавляются “эмпирическими обобщениями”. В.И. Вернадский знал очень хорошо математику и, как писал он сам, в познании ее дошел до теории групп, но понял, что это не его область исследования. Сложность освоения работ В.И. Вернадского, в частности, характеризует фрагмент текста письма крупнейшего математика, академика Н.Н. Лузина, с которым ученый активно обсуждал проблемы симметрии.

По поводу прочтения “Проблем биогеохимии”, вышедшей в 1941 г., он писал, что прочел книжку не менее 5 раз, потому что она насыщена идеями, возбуждающими живейший интерес и “благодаря указанной насыщенности идеями, приходится читать и перечитывать каждую фразу и, несмотря на это, читать между строк, о многом догадываться” [1, с. 215]. Многослойность текста – характерная черта практически всех работ Вернадского. Можно утверждать, что его творческое наследие, включая дневники и письма, есть свободное от догм и канонических ограничений весьма полное отображение разнообразия природы, и, в результате оно становится самостоятельным объектом изучения.

В настоящей статье обсуждаются вопросы, поставленные В.И. Вернадском и тесно связанные с современными проблемами географии (см. ниже 6 параграфов и Заключение), которые, по мнению автора статьи, представляются важными для развития науки, понимания эволюции таких сложных систем, как биосфера. Без восприятия мировоззрения и методологии В.И. Вернадского [2, 22] понимание его работ проблематично, а с другой стороны – именно они положены в основу идеи ноосферы.

1. Здесь можно выделить **образ русского ученого-натуралиста с его мировоззрением и методологией**. Лучшие русские ученые конца XIX начала XX вв. – В.В. Докучаев, Л.С. Берг, Г.И. Танфильев, В.Н. Сукачев и др. – вместе с В.И. Вернадским были носителями и создателями культуры ученого-натуралиста, не имеющей полных аналогов в мировой науке. Для В.И. Вернадского его внутренний мир, образ мышления были, как и все явления природы, областью специального исследования и поэтому ему принадлежит обоснование базиса ученого натуралиста. Стиль мышления русского натуралиста можно *рассматривать как достояние человечества и его сохранение и развитие должно быть осмысленной задачей национального образования*.

В [7] В.И. Вернадский детально анализирует сущность натуралиста в его историческом развитии. Но становление его самого как натуралиста было довольно длительным процессом. Так в 1888 г. в возрасте 25 лет во время заграничной командировки он определил себя как натуралиста и осознал проблемы своей подготовки. Он писал: «Для меня ясно, как много я *потерял* оттого, что наблюдать явления я не умел. А я в этом случае не представляю исключения – большинство нас таково. Школа и домашнее воспитание должны развивать эти чувства во всем объеме, ум должен

образовываться среди самого разнообразного пользования органами чувств, среди самых разнообразных оттенков впечатлений. Общение с природой, изучение ее или умение видеть, чувствовать ее – лучшие средства для этого. Я – натуралист, вот уже 7 лет так или иначе занимаюсь естественными науками и только в последнее время начинаю овладевать этим методом... Между тем целые годы, когда складывался мой ум – он складывался под впечатлением плохо наблюденных, грубых впечатлений, он складывался под влиянием явлений природы, которые я видел в пелене... В этом одна из очень важных, труднооценимых бед нашего воспитания – и не только реального или классического, а всего “среднего” воспитания во всем его объеме» [31, с.62].

Сущность работы натуралиста есть извлечение из всех наблюдаемых им явлений природы “правильностей” и “законностей” их изменения во времени и пространстве.

“Для натуралиста, когда он охватывает любое явление природы, оно неизбежно облекается в формы законностей. Научно мыслить значит вводить сложное природное явление в эти формы. Повторение явлений во времени есть одно из наиболее ярких проявлений закономерности” [6, с. 215]. “Едва ли я ошибусь, если приму, как неизбежное и не требующее никаких доказательств для натуралиста-эмпирика, положение, как неразрывно связанное со всем его мировоззрением и с его способом работы убеждение, что все в окружающем нас мире, к чему только он может подойти с научным анализом или с научным синтезом, все *одинаково* укладывается в рамки закономерности. Натуралист-эмпирик не может делать различия между любым явлением природы, наблюдателем которого он является, будет ли оно происходить на земле или в небесном пространстве, в материальной среде или в проявлениях энергии, то есть в области передачи состояний, в ничтожных объемах молекулы ..., в огромном пространстве туманности, чуждой нашему миру, или внутри самого человека, в созданиях его духовных проявлений, мыслимых вне пространства. Подход его ко всем этим явлениям будет по существу одинаковым. Для него все они неизбежно будут *явлениями природы*” [6, с. 140]. И еще несколько цитат: “Научная работа каждого натуралиста складывается: 1) из точного констатирования фактов, 2) из их объяснения – научных идей и 3) из оценки фактов и идей – методики научной работы в широком смысле этого слова” [6, с. 170].

“Основа науки – *научный аппарат фактов* – система и классификация научных фактов, точность

которых достигает предела, когда научные факты могут быть выражены в элементах пространства-времени – количественно и морфологически” [6, с. 419]. “Научный аппарат, т.е. непрерывно идущая систематизация и методологическая обработка, и согласно ей описание возможно точное и полное всех явлений и естественных тел реальности, является в действительности основной частью научного знания. Он должен непрерывно расти с ходом времени и изменяться, отмечать и сохранять, как научная память человечества, все кругом нас происходящее, должен все больше углубляться в прошлое планеты, в ее жизнь прежде всего, научно отмечать меняющуюся картину космоса – для нас – звездного неба. Наука существует только пока этот регистрирующий аппарат правильно функционирует; мощность научного знания, прежде всего, зависит от глубины, полноты и темпа отражения в нем реальности...” [6, с. 423]. “В отличие от огромного количества понятий в научных теориях и в научных гипотезах, в религии и в философии, слова и понятия научного аппарата неизбежно связаны с естественными телами и с естественными явлениями и слова, им отвечающие, должны в каждом поколении для своего правильного понимания быть сравниваемы опытом и наблюдением с отвечающей им реальностью. Логика, им отвечающая, неизбежно, должна отличаться от логики абстрактных понятий” [7, с. 427].

“Таким образом, мы видим, что есть часть науки общеобязательная и научно истинная. Этим она резко отличается от всякого другого знания и духовного проявления человечества – не зависит ни от эпохи, ни от общественного и государственного строя, ни от народности и языка, ни от индивидуальных различий.

Это:

- 1) Математические науки во всем их объеме.
- 2) Логические науки почти всецело.
- 3) Научные факты в их системе, классификации и сделанные из них эмпирические обобщения – *научный аппарат*, взятый в целом.

Все эти стороны научного знания – единой науки – находятся в бурном развитии, и область, ими охватываемая, все увеличивается” [12, с. 428].

Приводим длинные извлечения из оригинального текста, так как лучше не скажешь. Постановка исследований в русской и западной науке – принципиально различна. Например, когда в 1980-х гг. проводились совместные работы с американскими коллегами, они требовали от меня формулировку нулевой гипотезы. Я долго не мог понять, что от

меня хотят. Объектом исследований была новая территория с неизвестной мне растительностью. Нужно было выявить особенности ее организации в пространстве с учетом возраста древесного яруса и пространственно-временной динамики в зависимости от условий среды. Никакой нулевой гипотезы мне было не нужно. Гипотезы о возможных механизмах пространственно-временной динамики можно формулировать только после выявления правильностей на основе собранных соответствующим образом фактов. Для моих американских коллег такой естественный для меня, воспитанного на методологии русской науки, метод был совершенно не понятен. Они должны были проводить работу, проверяя заранее сформулированные гипотезы. В принципе новые для меня территории были хорошо известны, и многое было описано в литературе. Однако практика показала, что постановка исследования по методологии натуралиста, открывала существенные, ранее неизвестные отношения.

В настоящее время выявление правильностей и закономерностей и отклонения от них можно тонко отражать, применяя мощный научный аппарат статистического анализа. Однако без предварительного восприятия объекта натуралистом на основе его собственных сенсорных систем, запоминания образов явлений и закономерностей их смен, без предварительного анализа и синтеза объекта средствами собственного мышления, постановка программы конкретного исследования малоэффективна. Сущность натуралиста – неразрывная постоянная связь с природой, комбинация и сопоставление в мышлении ее образов. В.И. Вернадский заложил основу правил работы, но, к сожалению, разработка методологии натуралиста не получила необходимого развития и не стала предметом, изучаемым студентами. Не получило развитие и представление о “научном аппарате” и об его организации. Он формируется чисто эмпирически и выражается в настоящее время, в том числе в различных базах данных, реже в базах знаний, методах исследований. В рамках обсуждения содержания научного аппарата В.И. Вернадский обращал особое внимание на необходимость постоянного вовлечения в него новых измерительных средств, позволяющих отражать ранее неизвестные явления, и на этой основе идти к получению новых знаний. Особое место в работе натуралиста В.И. Вернадский отводил “эмпирическим обобщениям”. Он пишет: «Натуралист, в своей работе исходит из реальности внешнего мира и изучает его только в пределах его реальности. В “Биосфере” я поместил экскурс логического характера “Эмпирические обобщения и

гипотезы”, которому я придал и придаю и сейчас значение, несмотря на всю специфичность» [11, с. 19–24] “... Эмпирическое обобщение опирается на факты, индуктивным путем собранные, не выходя за их пределы и не заботясь о согласии или о несогласии полученного вывода с другими существующими представлениями о природе. В этом отношении эмпирическое обобщение не отличается от научно установленного факта: их совпадение с нашими научными представлениями о природе нас не интересует, их противоречие с ними составляет *научное открытие*.”

В эмпирическом обобщении, хотя и выдвигаются на первое место некоторые определенные признаки явления, в общем, всегда сказывается влияние и всех других, принятых во внимание при установке научного факта – всего явления целиком.

Эмпирическое обобщение может очень долго существовать, не поддаваясь никаким гипотетическим объяснениям, являться непонятным и все же оказывать огромное, благотворное влияние на понимание явлений природы. Совершенно иначе строится гипотеза или теоретическое построение. При гипотезе принимается во внимание какой-нибудь один или несколько важных признаков явления и на основании только их строится представление о явлении, без внимания к другим его сторонам. Научная гипотеза всегда выходит за пределы фактов, послуживших основой для ее построения...” [10, с. 51].

Таким образом, эмпирическое обобщение как важнейший методологический прием натуралиста – есть сведение в единую схему фактов, устойчивых во времени и пространстве как правильностей или законностей, в отношении которых может и не существовать никаких разумных гипотез и теоретической основы. В качестве примера эмпирического обобщения В. И. Вернадский всегда приводил периодическую систему Д.И. Менделеева. Но к эмпирическим обобщениям можно отнести почти все представления, сформированные в географии: зональность почв, общая географическая зональность, конструкции ландшафтоведения и т.п. К ним могут быть отнесены и тематические карты растительности и почв.

Эмпирическое обобщение – самостоятельный продукт, имеющей мало общего с теорией и оно почти всегда шире теории, созданной на его основе. Теория опирается на аксиомы, описывающие очевидные и физически понятные отношения и правила отношений между ними как системы логического вывода. Так или иначе,

она направлена на отображения механизмов и в идеале объясняет существование множества наблюдаемых правильностей, отвечает на вопрос: как вещи, предметы и состояния явлений соотносятся друг с другом и почему это существует. В.И. Вернадский в работе “Философские мысли натуралиста” [9] рассматривает соотношения обобщения, гипотез и теории как научного аппарата. Обсуждая проблему научной истины, он показывает, что эмпирическое обобщение прямо не связано с этой категорией. Что развитие научной мысли, накопление новых фактов, новый ракурс рассмотрения явления может изменять эмпирическое обобщение.

По содержанию “эмпирическое обобщение” близко к модели первого уровня в “системологии” Дж. Клира [18], но у Вернадского она разработана существенно полней и глубже. Вообще же его методологические построения близки к современному постмодернизму, для которого преэминентность теорий и знаний не является обязательной. В русской науке эмпирическое обобщение часто переходит в категорию “учения”, что, вообще говоря, отвечает его сущности, но в силу его естественной канонизации оно становится тормозом для развития научного знания. Методологические основания В.И. Вернадского исключают такую канонизацию и требуют постоянной проверки обобщения новыми фактами и новыми явлениями. “*Эмпирические понятия резко отличаются от обычных понятий, от понятий философии в частности, тем, что они в науке непрерывно подвергаются не только логическому анализу как слова, но и реальному анализу опытом и наблюдением как тела реальности*” [9, с. 311].

Таким образом, понимание трудов В.И. Вернадского возможно только с позиции “сознательного” натуралиста с его отношением к фактам и эмпирическим обобщениям, при этом жесткость его выводов – есть обобщение известных фактов, но они не обязаны быть истинными и нуждаются в постоянной верификации. В представлении Вернадского – логика естествознания.

К сожалению, после В.И. Вернадского методология русского натуралиста не получила теоретического развития. Его культура передавалась изустно от учителей к ученикам. Методики обучения приемам натуралиста практически не существует, но ее использование не потеряло своей актуальности. Вместе с тем эта форма научного исследования, истоки которой можно найти в творчестве, прежде всего А. Гумбольдта, могла получить естественное развитие именно на просторах России, где поиск закономерностей в

пространстве был единственной основой организации использования ее ресурсов.

2. Однако разрабатывая представления о биосфере, В.И. Вернадский опирался не только на *эмпирические обобщения*. Великолепно владея всеми физическими и теоретическими представлениями своего времени, он рассматривал планету в потоке «излучения разной длины волны – от волн, длина которых исчисляется десятиллионными долями миллиметра, до длинных, измеряемых километрами. Это – излучения разного рода. Они выявляют изменение среды и находящихся в ней материальных тел. Одни из них для нас вырисовываются в форме энергии – *передачи состояний*», другие “кванты, электроны, магнетоны, разряды” непосредственно изменяют состояния» [10, с. 35]. При этом состояния связываются с явлениями. “Космические излучения, принимаемые нашей планетой, строящие, как увидим, ее биосферу – лежат только в пределах *четырёх с половиной октав* из числа 40 нам известных. Нам кажется невероятным отсутствие остальных октав в мировом пространстве; мы считаем это отсутствие кажущимся, объясняем его их поглощением в материальной разреженной среде высоких слоев земной атмосферы”.

Для наиболее известных космических излучений – лучей Солнца – известна одна октава световых лучей; три октавы тепловых и пол-октавы ультрафиолетовых. Представляется несомненным, что эта последняя является небольшим осколком, пропущенным стратосферой» [10, с. 35]. Здесь фактически вводятся отношения, которые в наше время можно определить как передачу информации [32] и потенциальный спектр ее внешних космических источников, определяющих общее состояние планеты. В основу всей конструкции планетарной системы *Вернадским положены представления термодинамики*:

“Выяснение существования земных оболочек шло эмпирическим путем в течение долгого времени... Их выделение тесно связано с химией земной коры, и их существование является следствием того, что *все* химические процессы земной коры подчиняются одним и тем же механическим *законам равновесия*.... Законы равновесий в общей математической форме были выявлены *Ж. Гиббсом* (1884–1887), который свел их к соотношениям, могущим существовать между характеризующими химические или физические процессы независимыми переменными, каковыми являются температура, давление, физическое состояние и химический состав принимающих участие в процессах тел. Все установленные чи-

сто эмпирическим путем земные оболочки (геосферы) могут быть характеризованы некоторыми переменными, которые входят в равновесия, изучавшиеся Гиббсом. Таким образом, можно различить термодинамические оболочки, определяемые величинами температуры и давления, *фазовые оболочки*, характеризующиеся физическим состоянием (твердым, жидким и т.д.) входящих в их состав тел, и, наконец, *химические оболочки*, отличающиеся своим химическим составом” [9, с. 110]. Особо выделяется лучистая оболочка. Таким образом, В. И. Вернадский в современной терминологии через независимые переменные вводит целостную синэргетическую систему, самоорганизующуюся в отношении к каждой переменной и их совокупностям в относительно дискретные оболочки, отвечающие равновесиям. Современные знания позволяют рассматривать их как области динамического равновесия, в рамках которых образуются конвекционные ячейки – сложные нелинейные осцилляторы, параметры которых определяются размером и формой планеты, соотношением суши и океана, ее широтной диссимметрией, межпланетарными силами, параметрами собственного вращения и вращения вокруг Солнца. Можно полагать, что движение вещества в разных геосферах устойчиво по Ляпунову, то есть траектории остаются во времени в некоторой замкнутой области и в этом смысле для переменных реализуется термодинамическое равновесие. По существу к систематическому изучению этих “равновесий” приступили только во второй половине XX в. (Международный геофизический год 1957–1958 г.). Задача их целостного описания столь сложна и многообразна, что преждевременно говорить о понимании даже важнейших механизмов их динамики, но само определение системы через независимые переменные в потоке лучистой энергии, данное В.И. Вернадским сохраняет свое организующее значение.

Определив общие теоретические основания существования оболочек В.И. Вернадский пишет: “В стороне осталась только оболочка, выделенная *Э. Зюссом*, – *биосфера*. Несомненно, все ее реакции подчиняются законам равновесий, но они заключают новый признак, новое независимое переменное, не принятый во внимание *Ж. Гиббсом*” [9, с. 111]. Эта оболочка определяется как парагенетическая (равновесные смеси различных состояний), в рамках которой он определяет также следующие оболочки: атомная, газовая, химических соединений и магмы.

“Оболочки земной коры могут состоять из одной или нескольких геосфер. Биосфера есть оболочка земной коры, состоящая из трех, мо-

жет быть четырех геосфер: коры выветривания (твердой), жидкой гидросферы (Всемирный Океан), тропосферы и вероятно стратосферы (газообразной) ” [4, с. 18]. “Вводя в физико-химические процессы земной коры световую солнечную живые организмы меняют ход ее равновесий, но в отличие от независимых переменных представляют особые автономные образования, как бы особые вторичные системы динамических равновесий, в первичном термодинамическом поле биосферы.

Автономность живых организмов является выражением того факта, что термодинамическое поле, им свойственное, обладает совершенно иными параметрами, чем те, которые наблюдаются в биосфере. В связи с этим организмы – многие очень резко – удерживают свою температуру в среде другой температуры, имеют свое внутреннее давление. Они обособлены в биосфере, и ее термодинамическое поле имеет для них значение только в том смысле, что определяет *область существования* этих автономных систем, но не внутреннее их поле” [9, с. 112].

В соответствие с этим живые организмы неравновесны по отношению к среде, сохраняют устойчивость за счет использования энергии, переводя ее в свободную энергию, способную осуществлять планетарную работу. Логика термодинамики и реальная несводимость живого к механическим законам определили постулирование следующих эмпирических обобщений:

“1. Никогда в течение всех геологических периодов не было и нет никаких следов абиогенеза (т.е. непосредственного создания живого организма из мертвой, косной материи).

2. Никогда в течение всего геологического времени не наблюдались азойные (то есть лишенные жизни) геологические эпохи.

3. Отсюда следует, что, во-первых, современное живое вещество генетически связано с живым веществом всех прошлых геологических эпох и что, во-вторых, в течение всего этого времени условия земной среды были доступны для его существования, т.е. непрерывно были близки к современным.

4. В течение всего этого геологического времени не было резкого изменения в какую-нибудь сторону в химическом влиянии живого вещества на окружающую его среду; все время на земной поверхности шли те же процессы выветривания, то есть в общем наблюдался тот же средний химический состав живого вещества и земной коры, какой мы и ныне наблюдаем.

5. Из неизменности процессов выветривания вытекает и неизменность количества атомов, захваченных жизнью, т.е. не было больших изменений в количестве живого вещества

6. В чем бы явления жизни ни состояли, энергия, выделяемая организмами, есть в главной своей части, а, может быть, и целиком – лучистая энергия Солнца. Через посредство организмов она регулирует химические проявления земной коры” [9, с. 52]. Из общих термодинамических представлений о живом, как о термодинамической переменной вытекала необходимость существования некоторых физических констант, таких как постоянство массы, скорость движения и т.п.

Позже (1941 г.) в шестой пункт добавлена атомная энергия радиоактивных элементов.

Первые четыре обобщения, подвергались критике и при жизни Вернадского [19]. Действительно постулату неизменности массы живого вещества противоречат его высказывания о постепенном “растекании жизни” на планете, а неизменности химического состава его и земной коры – принимаемый им закон бережливости Бэра, утверждающий, что эволюция идет по пути экономии использования ресурсов. Так или иначе современные данные исключают постоянство массы живого вещества и химического состава геосфер по крайней мере на протяжении всей истории планеты, и выявляют определенную направленность и синхронность их эволюции. Впрочем и Вернадский соотносил эти обобщения с интервалом в 2–2.5 млрд лет.

Если допустить абиогенез живого из неживого, то его можно рассматривать как особое фазовое состояние материи, что принципиально не изменит способа выделения биосферы, но уже в категории фазовой оболочки. При этом представление о живом как неравновесном состоянии в пространстве термодинамических переменных, аккумулирующим свободную энергию, остается неизменным.

3. В.И. Вернадский разрабатывал *представления о “живом”* в трех направлениях, каждое из которых не потеряло актуальности и в настоящее время: собственные свойства живого, живое вещество как независимая переменная и геохимическая роль живого вещества. Он выделяет двенадцать свойств, отличающих живое от неживого [11], в том числе три основные:

1. Процессы, создающие живое естественное тело, *необратимы* во времени.

2. Процессы живого вещества *увеличивают* свободную энергию биосферы.

3. В твердом веществе живых организмов проявляется диссимметрия.

Та же диссимметрия проявляется в дисперсных частицах коллоидальных сред, входящих в состав живого вещества. Законы симметрии твердых кристаллических структур нарушены. Диссимметрия может в биосфере образовываться только из диссимметрической среды – *рождением* (принцип Кюри).

Очевидно, что первые два свойства – есть свойства систем, далеких от термодинамического равновесия. Но наиболее принципиально – третье свойство. Молекулы органических соединений могут иметь правый и левый поворот (вращение). В косной среде соединения образуются при равных соотношениях левых и правых вращений. Луи Пастер открыл, что в живом веществе могут быть только стерически левые спирали. Очевидно, что стерически чистые вещества обладают значительной свободной энергией и заведомо неравновесны. К настоящему времени показано, что стерически чистые вещества с левым и правым вращением и их равновесные смеси химически подобны в косной среде, но химически различны в живом и организмы избирательно извлекают из среды соединения и синтезируют кислоты и белки с левым вращением, а сахара с правым. В силу неравновесности эти аминокислоты способны автономно синтезировать подобные и более сложные соединения и фактически являются носителями информации. В косной среде в соединениях постепенно восстанавливается равновесие, но некоторые органические соединения обладают очень большим периодом полураспада (образования равновесных смесей). Так биологически важные аминокислоты имеют период полураспада 1000–10000 лет [17]. К настоящему времени осуществлены широкие исследования стерически чистых соединений и их значения в функционировании организмов [17, 28, 29, 34]. В экспериментах при различных источниках энергии в атмосфере метана, аммиака, молекулярного водорода и воды устойчиво получают различные аминокислоты, но получить соединения только с левым вращением (хирально чистые) не удается [36, 38]. Отметим, что наиболее реалистична гипотеза происхождения хиральности на предбиологической стадии эволюции Земли [13, 37]. Обнаружение следов живого в породах с возрастом 3.8 млн. лет назад оставляет слишком короткий интервал времени для его наземного прохождения. Соответственно прохождение этой стадии в космосе и поступление на планету с космической пылью рассматривается как вполне реалистичная гипотеза. Развивая проблему происхождения жизни В.И. Вернадский

писал, что “в физике крупнейшим обобщением здесь является обобщение П. Кюри, приводящее к понятию о состояниях пространства. Оно гласит, что всякое диссимметрическое явление может произойти только от геометрически такой же диссимметрической причины. В основе – это эмпирическое положение, но по своей общности и отвлеченности оно должно для натуралиста в его реальном мире иметь значение аксиомы” [4, с. 29]. Отсюда следует, что живое на Земле могло проявиться только с соответствующей ей геометрической средой и “неизбежно допустить, что, может быть и менее сложная в основных чертах, чем теперешняя, но все же очень сложная *жизненная среда сразу создавалась на нашей планете* как нечто целое в догеологический ее период. *Создался целый монолит жизни (жизненная среда), а не отдельный вид живых организмов*, к какому нас ложно приводит экстраполяция, исходящая из существования эволюционного процесса” [10, с. 133].

Опираясь на теорию термостатики, В.И. Вернадский определяет “живое вещество” как статистический ансамбль множества элементов. “Я буду называть живым веществом совокупность организмов, участвующих в геохимических процессах. Организмы, составляющие совокупность, будут являться элементами живого вещества. Мы будем при этом обращать внимание не на все свойства живого вещества, а только на те, которые связаны с его массой (весом), химическом составом и энергией. В таком употреблении живое вещество является новым понятием в науке” [5, с. 210].

В.И. Вернадского интересовала, в первую очередь, биогеохимическая работа живого вещества и его работа по созиданию биосферы. Он фактически определил живое вещество как совокупность организмов, способных создавать и поддерживать, используя лучистую солнечную энергию и вещество, внутреннюю среду в области далекой от равновесия по отношению к внешней среде [5, 9]. Организмы (элементы) по В.И. Вернадскому образуют однородности, которые могут трактоваться как виды. Он оперировал, наряду с видами, также расами, популяциями, “сгущениями” живого вещества, биоценозами, ландшафтами (геохорами), но элементом живого вещества вслед за Дарвином считал организм как способный поддерживать свою индивидуальность [6]. Р. Докинс (R. Dawkins) [35] в своей концепции эгоистического гена заменил организм геном, что принципиально не изменяет термодинамической основы живого вещества. Определение живого вещества как статистического ансамбля автоматически при-

водит к рассмотрению ранговых распределений с различной метрикой, отражающих предельное равновесное состояние и приращение информации как меры отличия реального распределения от равновесного [20, 23, 24, 27]. Применительно к таким системам естественна оценка энтропии-информации и принципа максимума энтропии. В.И. Вернадский обращает особое внимание на несводимость живого вещества к механическим преобразованиям: “Понятие живого организма не может считаться тождественным с понятием механизма ни в его научном, ни в большинстве философских пониманий. Это можно сейчас утверждать в результате векового стремления научной мысли свести явления жизни к механизму” [4, с.12]. И далее: “Я буду употреблять для выражения существующего единства биогеохимических процессов жизни с атомной картиной мира слово – организованность. Под этим понятием, не предрешая формы и характера организованности, а тем более их происхождения, я буду понимать существование в пространстве-времени соотношения, научно точно количественно и качественно определяемого, между организмами и той средой, в которой они живут” [4, с.7]. И еще: “**Организованность** не есть механизм. Организованность резко отличается от механизма тем, что она находится непрерывно в становлении, в движении всех ее самых мельчайших материальных и энергетических частиц. В ходе времени – в обобщениях механики и в упрощенной модели – мы можем выразить организованность так, что никогда ни одна из ее точек (материальная или энергетическая) не возвращается закономерно, не попадает в то же место, в ту же точку биосферы, в какой когда-нибудь была раньше. Она может в нее вернуться лишь в порядке математической случайности, очень малой вероятности” [6, с. 181].

Обобщая различные варианты определения В.И. Вернадским слова “организованность” можно утверждать, что по смыслу оно точно соответствует современному понятию “организация”, возникшему во второй половине XX в. на основе кибернетики и теории информации [30, 33]. В рамках неравновесной термодинамики Пригожина организация есть коррелированность, возникающая в области далекой от равновесия. В приведенных определениях В.И. Вернадского организованность мыслится как результат необратимого движения в пространстве — времени в соответствии с известными ему представлениями Пуанкаре.

Биогеохимические свойства и функции живого вещества при всем их разнообразии выражаются в двух основополагающих принципах:

Первый принцип – “...биогенная миграция атомов химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению. Все живое вещество планеты, взятое в целом, таким образом, является источником действенной свободной энергии, может производить работу” [6, с. 257].

Второй принцип – “... эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов биосферы” [6, с. 257].

В.П. Казначеев [15] обратил внимание на функциональную связь этих принципов с принципами, сформулированными Э. Бауэром [3] (“принципы устойчивой неравновесности” и “максимума эффекта внешней работы”). Фактически тот же принцип (увеличение эксергии в ходе эволюции) сформулирован Каем [41, 42].

При всей кажущейся естественности, по крайней мере, первого принципа (увеличение в ходе эволюции свободной и биохимической энергии) он требует специального анализа.

Ю.М. Свиричев и Д.О. Лагофет [25], введя случайное варьирование среды в логистическую модель, вывели очень информативное соотношение между длительностью жизни популяции (деление) (τ) и ее параметрами: r – Мальтузианский коэффициент размножения, K – емкость среды, σ – варьирование среды.

$$\tau \cong \exp \frac{rK^2}{\delta^2}.$$

Очевидно, что длительность жизни любой неравновесной термодинамической системы есть условие ее отбора значений коэффициентов, отражающего естественное направление эволюции, максимизирующее продолжительность жизни популяции. Из этого соотношения следует, что увеличить длительность можно за счет роста коэффициента размножения (r), на основе которого В.И. Вернадский оценивал скорость распространения живого вещества и его геохимическую работу. Формально коэффициент размножения тождественен свободной энергии системы. Соответственно рост свободной энергии должен увеличивать длительность. Однако максимальная свободная энергия в живом веществе, проявляющаяся в накоплении биомассы и в создании потомства, ограничена физиологическими возможностями организма. Для ее увеличения необходимо изменять физиологическую организацию. Возможно это происходило при возникновении растений с фотосинтезом С₄, у которых более сложная в сравнении с

С3, структура обеспечивает большую продукцию за счет меньших потерь на дыхание. Но это один из немногих примеров. В норме эволюция идет по пути увеличения затрат энергии на дыхание [14], то есть в направлении уменьшения свободной энергии на единицы веса и единицу поглощенной энергии. Изменение емкости среды связывается с социальными процессами, снижающими затраты энергии на конкуренцию и увеличением ресурсов среды, под которыми можно понимать не только энергетические потоки на единицу поверхности, но и объем и соответственно поверхность пространства, принимающего энергию. Если принять примерное постоянство энергетических потоков, то социальное поведение можно ассоциировать с законом бережливости Бера и соответственно с более экономным использованием ресурсов, формированием более полно замкнутых циклов биогенных элементов, что не может приводить к увеличению свободной энергии и геохимической активности. Увеличение объема пространства (распространение жизни) связано с фундаментальными открытиями живого вещества, например, появление теплокровности, способности к полету, циклов развития насекомых, когда разные фазы используют разные ресурсы и выполняют различные функции и т.п. Этот эволюционный механизм действительно может увеличивать свободную энергию и геохимическую функцию. Наконец, чем больше варьирование среды, тем меньше длительность. Очевидно, что если вид занимает область, в которой варьирование среды во времени сколь угодно близко к нулю, то он может существовать в неизменной форме практически вечно. Но такие ситуации уникальны и эволюция, начиная с предбиологической стадии, отбирает формы пассивно или активно минимизирующие отрицательное варьирование среды и ее разрушительное действие. С позиции биогеохимии наиболее важно появление относительно устойчивых кутикул, скелетных частей растений, раковин, хитинового внешнего скелета и т.п. Все эти образования относительно устойчивы в текущих условиях среды и полностью или на длительное время извлекают из круговорота и из биосферы, связанные с ними химические элементы. Таким образом, очевидное направление эволюции, повышающее длительность, снижает текущую биогеохимическую функцию живого вещества и выводит биогенные элементы из активного кругооборота.

В.И. Вернадский видел эти противоречия и связывал реализацию первого биогеохимического принципа с существованием для него двух форм: “во-первых, непосредственно связанной с

массой живого вещества и, во-вторых, связанной с техникой жизни” [6, с. 120]. Очевидно, что первая форма миграции связана с мальтузианским коэффициентом размножения (r). “Наблюдаемое как будто постоянство этой массы – количества жизни – в геологическое время, по-видимому, указывает на то, что биогенная миграция в этой форме своего проявления достигла уже предела или близка к пределу. Она, может быть, достигла этого состояния уже в самых древних, доступных нашему изучению геологических эпохах” [6, с. 121]. Вторая форма, названная “*техникой жизни*”, прямо согласуется с емкостью среды (K) и ее расширением в процессе эволюции. “Создание эволюционным путем новых форм жизни, приспособляющихся к новым условиям ее бытия, увеличивает всюдность жизни, расширяет ее область. Жизнь этим путем вносится в такие места биосферы, в которых она раньше не существовала” [6, с. 121].

В.И. Вернадский рассматривает функции живого вещества: 1) газовые; 2) концентрационные; 3) окислительно-восстановительные; 4) биохимические, и 5) биогеохимические у *Homo sapiens*. Однако он не приводит сравнения их вклада в биогенную миграцию с вкладом, определяемым емкостью среды. Газовая и окислительно-восстановительные функции связаны в основном со свободной энергией, хотя в них существуют компоненты, определяемые функцией минимизации варьирования среды (феромоны, фитонциды, токсичные газы и т.п.). Концентрационные и биохимические функции в основном определяются механизмами снижающими варьирование среды. Анализ их вклада в общую биогеохимическую функцию биосферы может показать реализуемость первого принципа: роста свободной энергии и биогеохимической активности. Было показано [23, 24], что эволюция идет по пути увеличения размерности пространства, то есть с увеличением емкости среды (K) и ростом энтропии, при увеличении организованности и соответственно увеличением затрат энергии на ее поддержание (диссипация) при уменьшении затрат энергии на единицу структурной сложности, и повышением на этой основе энергетической эффективности регулирования варьирования среды. Таким образом, увеличение длительности определяется и увеличением свободной энергии и увеличением диссипации энергии. Противоположный вклад этих двух составляющих в поток энергии, возможно, определяет временные циклы количества свободной энергии и соответственно биогеохимической активности. На первом этапе “эволюционного открытия” происходит рост свободной

энергии и неизбежное увеличение “варьирования” среды. Это увеличение включает механизмы “регулирования”, снижающие поток свободной энергии и биогеохимическую активность и увеличивающие диссипацию. В результате могут возникать циклические изменения приращения свободной энергии, скорее всего, с некоторым общим ее положительным приращением. Однако формально не запрещено и отрицательное приращение, и соответственно уменьшение замкнутости круговоротов биогенных элементов. Так или иначе, исследования направленности биогеохимической эволюции биосферы нельзя считать законченными.

Эволюция в представлениях В.И. Вернадского (второй принцип) могла происходить только в тесном взаимодействии живого вещества со средой. Теория естественного отбора Дарвина рассматривалась им как составляющая этого процесса. Он на фактах доказывал существование направленности эволюции, но анализ его взглядов на эту проблему выходит за пределы настоящего сообщения.

4. В.И. Вернадский огромное внимание уделял представлениям *о времени и пространстве в естествознании* [1], фактически так и не получившего, по крайней мере, в географии должного развития. В трактовке В.И. Вернадского время и пространство есть явления, данные натуралисту в реальности и они проявляют себя через смену состояний. “Одно из самых основных различий в нашем мышлении – натуралистов, с одной стороны, и математиков – с другой, – это характер пространства. Для математика, если это не оговорено им, пространство является *бесструктурным*. Оно характеризуется *измерениями*, и только. Для естествоиспытателя – говорит ли он это или нет, даже сознает он это или нет – пустое, незаполненное пространство не существует. Он всегда мыслит реальное пространство и только с ним имеет дело” [9, с. 158]. “Это будут, во-первых, представления о *полях*, пересекающих пространство, и о наблюдаемом в них особом строении, в частности, распределение в них *силовых линий*. Это будут, во-вторых, векториальные представления о пространстве, связанные с идеями о *пространстве, пронизанном излучениями*, определенного геометрического характера, системой *волн*. И, наконец, это будут представления о *пространстве*, все явления в котором подчинены *определенной симметрии*, которая может быть геометрически точно выражена” [9, с. 191].

Взаимодействию соответствуют поля, движению – волны, а симметрия (диссимметрия)

может рассматриваться как форма состояния пространства (например диссимметрия речных долин). Пространство и время физически взаимосвязаны и, строго говоря, необратимы. Как независимые параметры движения материальной точки они могут рассматриваться как удобная абстракция, в рамках которой через анализ движения можно получить некоторые свойства реального пространства – времени, в том числе в форме моделей. Геометрическое отображение пространства – времени дает модель движения и эволюции системы. “Мы знаем, много разных геометрий, то есть разных пространственных особенностей, может быть бесчисленное множество. К трем ветвям таких геометрий – к геометриям Эвклида, Лобачевского, Римана могут приближаться все геометрические проявления окружающей нас природы. В каждой ветви теоретически может быть бесчисленное или почти бесчисленное множество геометрий. Две ветви – геометрия Эвклида и геометрия Лобачевского пространственно не ограничены. В геометрии Римана есть ее проявления, которые всегда ограничены” [6, с.183]. “Мы сейчас имеем право допустить в пространстве, в котором мы живем, проявление геометрических свойств, отвечающих всем трем формам геометрии – Эвклида, Лобачевского и Римана” [9, с. 26].

Вернадский предлагал рассматривать в качестве геометрической модели реальности пространство Эвклида, в которые вложены Римановы пространства, описывающие организмы. В общем можно полагать, что в пространстве Эвклида происходит движение, в пространстве Лобачевского взаимодействия, в пространстве Римана – симметрии. Между этими пространствами должны происходить обмены энергией или, иначе говоря, они реализуются в общем энергетическом потоке. Исходя из общих соображений, можно полагать, что в пространстве Эвклида происходит диссипация энергии, а свободная энергия связывается с пространством Римана.

Анализируя исследования пространства в кристаллографии, Вернадский вводит понятие анизотропной прерывчатой непрерывности и заключает: “Пространственная решетка такой среды сейчас является основным орудием нашей эмпирической мысли в изучении состояния твердого вещества. От нее сейчас перебрасывается мост в познание жидкостей, видится возможность подхода к газам; она начинает охватывать всю материю” [9, с. 245]. Очевидно, речь идет о том, что в конце XX в. получило название “фрактальной геометрии”. Такая геометрия в общем случае порождается нелинейным осциллятором, процес-

сами передачи информации, самовоспроизведением конкретной формы симметрии, может быть реализована в любом пространстве и приблизить идеальное к реальному.

В итоге геометрическая модель реального пространства дает представление о направлениях-векторах возможной эволюции. Время и пространство определяются временем существования состояний реальности, которая в пространстве – времени распадается на явления с различной длительностью, порождающим иерархию. Базовые термодинамические переменные, включая живое вещество, образуют в пространстве времени области локального динамического равновесия на планетарном уровне, ассоциируемые с геосферами. При проекции геосфер на поверхность геоида они проявляются в различных динамических равновесиях в геохорах различного уровня неизбежно относительно дискретных в пространстве. Такими геохорами, как эмпирическое обобщение, являются ландшафтные зоны, биомы и динамические равновесия более низкого уровня. Строгое выделение этих динамических равновесий есть отображение структуры реального пространства. Их существование обеспечивается потоком энергий в широком спектральном диапазоне, включая и энергию атомного распада, поток солнечной энергии, в то время как влияние энергий других спектральных диапазонов практически неизвестно. Пространственно-временная структура различных динамических равновесий определяется кроме того размерами планеты, ее геодинамикой, гравитационными силами, прошлым состоянием биосферы, отображаемым в минералогическом, петрографическом и химическом составе пород.

Иерархические структуры пространства необратимо эволюционируют во времени. Можно полагать, что вектора эволюции криволинейные и образует расширяющуюся спираль с левым вращением. Расширение спирали определяется принципом максимума энтропии и увеличением многомерного объема пространства. При этом длительность каждого витка спирали относительно абсолютного геологического времени экспоненциально уменьшается [23]. Очевидно, что это самые общие представления о географической структуре пространства – времени вытекают из основных положений, разработанных В.И. Вернадским и задача географических наук и вообще наук о земле – получить более детальное, обеспеченное фактами эмпирическое обобщение, и на этой основе продвинуться в области общей теории сложных самоорганизующихся систем и методологии их моделирования.

5. Ноосфера В.И. Вернадский рассматривал как эмпирическое обобщение, в основе которого положен анализ истории развития научной мысли в ее взаимодействии с религией и философией, в ее прямом влиянии на развитие производительных сил и *увеличение свободной энергии биосферы – ноосферы* с соответствующим увеличением геологической силы человека. Анализируя развитие научной мысли [11], он выделил 100-летние циклы подъемов и кризисов, процесс переоткрытий, определяемый прозрением гения и несоответствием его мышления мышлению научного сообщества, рассматривал роль личностей в накоплении знаний и введении их в обращение, обращал внимание на влияние на эволюцию ноосферы транспортных систем и открытий технических средств преобразования информации, принципиально изменяющих отношения в пространстве – времени. Восприятие единым взглядом истории развития научной мысли, экономики и социума на интервале всего развития человечества позволили ему быть оптимистом, для которого даже катастрофы двух мировых войн в сущности были лишь трагическими, но все-таки одними из множества кризисов пережитых человечеством.

Однако есть еще одно важное и не столь очевидное основание ноосферы, являющееся продуктом его постоянного самоанализа. В.И. Вернадский будучи атеистом по мышлению, не признающий никакую каноническую религию, хотя и признавая ее “ноосферную” необходимость, утверждал свою религиозность, оперировал понятием духа, допускал реальность телепатии и воспринимал интуицию как необходимую составляющую мышления. Эти внешние противоречия вызвали к жизни специальную работу И.И. Мочалова [21], посвященную отношениям ученого и религии. Читая работы, дневники и письма В.И. Вернадского видишь естественное стремление ученого “дойти до сути”. Но его самоанализ показывает, что ему не всегда понятно движение собственной мысли к конкретным обобщениям, возникновение практически из ничего вполне реалистичных образов явлений. Он ощущал не формализуемое восприятие природы и искусства и их влияние на мышление, почти физически ощущал давление поля научной мысли. Все эти ощущения хорошо известны натуралистам. Название его книги “Научная мысль как планетарное явление” [11] по сути отражает его мировоззрение. Суть его в том, что “Научное построение, как общее правило, реально существующее, не есть логически стройная, во всех основах своих сознательно определяемая разумом система знания. Она полна непрерывных изменений, исправлений и про-

тиворечий, подвижна чрезвычайно, как жизнь, сложна в своем содержании, и есть динамическое неустойчивое равновесие” [11, с.68]. В “Философских мыслях натуралиста” [9] Вернадский часто использует слово “разум”, как неотъемлемый атрибут человека, но его содержание остается не определенным.

В.И. Вернадский не знал теорему неполноты Геделя и невозможность доказать самому себе, средствами собственного мышления собственную непротиворечивость. То, что он определял как собственную религиозность, скорее всего, есть замещение неизбежно существующего необъяснимого в собственном мышлении. Эту религиозность переопределяет неопределенность процесса мышления, отражает мистические ощущения действия непонятной силы. Я позволю не углубляться в эти философские проблемы. Здесь важно ощущение В.И. Вернадским “разума” как составляющей ноосферы. Разум и мысль как явления, оставаясь в логике синтеза сложной системы, требуют своей термодинамической переменной. Очевидно, таковой является энтропия-информация. В.И. Вернадский, рассматривая проблемы времени, использует энтропию в соответствие со вторым началом термодинамики, а введя понятие организованности, он фактически в контексте неравновесной термодинамики определил и информацию. Информация в общем случае есть мера отклонения системы от равновесия. На информацию не распространяются законы сохранения. Любой поток энергии содержит в себе две составляющие “действие” и “структуру-информацию”. В ней проявляется важнейшая основа организации и поддержания свободной энергии: сигнал с ничтожными затратами энергии приводит к последствиям с несоизмеримо большой диссипацией или аккумуляцией свободной энергии и под любыми взаимодействиями лежит в первую очередь информация.

Проблема “энтропия-информация” глубоко разрабатывается современной наукой, открывающей ее различные аспекты [16, 26, 32, 39 и др.]. Наиболее близка идеям Вернадского разработка Хазена, обобщенная им в книге “Разум природы и разум человека” [32]. Простые следствия, вытекающие из введения в систему биосферы – ноосферы информации являются: постоянный рост ее энтропии (принцип максимума энтропии [32]), которая в том числе есть основа для последующих открытий, устойчивое развитие системы на основе информации, получаемый извне (система питается информацией [26]), возникновение устойчивых структур, определяющих память и открытие новых структур (новых знаний), в

их технических реализациях увеличивающих размерность пространства. С этих позиций “Разум” – есть действие, на основе всей памяти системы (знания), преобразующее поток информации извне, в новые структуры (знания) с большим производством свободной энергии, устойчивости и продолжительности собственного существования. В таком определении “разум” есть индивидуальное и коллективное действие человечества. Открытия науки, произведенные “разумом”, принципиально увеличивают его возможности, которые потенциально бесконечны. Преобразование энтропии-информации в открытой системе далекой от равновесия неизбежно связано с цикличностью, по-видимому, удачно на качественном уровне, описываемое циклом Холлинга [40]. Поэтому в период кризисов человечество “разумно” сомневается в собственной текущей “разумности”, что и позволяет в конечном итоге перейти на новый энергетический уровень в качестве нового состояния устойчивости. При этом конечно никто не гарантирует, что будет найден выход из кризиса и что система не перейдет в эпоху деградации. Но объем области нового знания потенциально бесконечен и активная все более растущая работа науки есть единственно возможное средство предотвращения глубокой и необратимой деградации.

Таким образом, В.И. Вернадский, определяя ноосферу, де факто ввел в систему кроме живого, еще одну независимую космическую термодинамическую переменную “энтропию-информацию”. Формально все свойства ноосферы заложены и в биосфере, но в ноосфере они получают новое проявление в слабой степени наблюдаемое в биосфере: синтез многообразных орудий труда и средств приема, хранения, передачи и преобразования информации. Соответственно ноосферу можно определить как фазовое состояние биосферы.

6. Выделив в этой статье из трудов Вернадского, те что представляются основополагающими и, в общей форме *сопоставив их с современными взглядами*, хотелось показать, что В.И. Вернадский фактически создал то, что можно назвать “дорожной книгой” натуралиста биолога, эколога, географа, геолога. Но трагедия Вернадского состояла в том, что он был не понят современниками, работал на периферии мировой науки и систематически не публиковал свои работы на общедоступном языке. Даже на русском языке наиболее значительные его работы были опубликованы после его смерти. Все это он глубоко чувствовал и при всей его сдержанности горькие нотки звучат в его письмах и дневниках. Факти-

чески В.И. Вернадский разработал *основы системологии, прямые приложения кибернетики, неравновесной термодинамики, теории информации*, пришедшие в науку после его смерти. Огромный пласт теории пространства – времени и его геометрии для планетарного уровня практически не разработан. Судя по всему, нерешенными остались многие задачи, сформулированные им в рамках биогеохимии. В мировой науке в начале XX в. не существовало личности большей по мощности мышления, чем Вернадский, личности с осознанным сочетанием холизма и редукционизма, с единым восприятием Космоса во всем его доступном объеме. Знание истории науки, сохранившееся в анналах ее памяти, судьбы многих невостробованных гениев, возможно, поддерживало его собственное динамическое равновесие и собственное устойчивое развитие в крайне агрессивной среде. Если бы его работы были доступны мировой науке, то возможно, что и ее развитие пошло бы несколько иным путем.

7. Заключение. Вполне понятно, что каждая из шести тем, определенных параграфами, изложены крайне конспективно. Но вместе с тем представляется возможным выделить наиболее актуальное направление развитие идей В.И. Вернадского. Это в первую очередь получение эмпирических обобщений о анизотропности реального пространства геосфер и собственно биосферы–ноосферы на различных иерархических уровнях их организации, для чего необходимо научиться выделять структурные составляющие пространства (геохоры), в пределах которых реализуются относительно устойчивые динамические равновесия. Эмпирические обобщения должны привести к пониманию геометрии пространства – времени и механизмов, определяющих движение и взаимодействие. Исследуя таким образом биосферу, можно получить представления о ее пространственно-временной динамике в различных пространственно-временных масштабах. Ноосфера, в которой существенно больший вес принадлежит информации, естественно обладает существенно большей динамичностью. На протяжении конца XIX и XX вв. произошла смена трех экономических моделей с различными параметрами порядка, каждой из которых соответствовала собственная пространственная структура динамических равновесий. При этом смена режимов управления, определяемых ими, происходила на фоне увеличения скорости поступления и преобразования информации. Современный момент интересен поиском новой модели управления, отвечающей невиданной ранее скорости прохождения через ноосферу потоков информации самой

различной природы, создающих очень высокий рост неопределенности–энтропии.

Вполне понятно, что более медленно изменяющиеся пространственно-временные структуры геосфер и биосферы, неизбежно определяют структуру ноосферы, которая в свою очередь в определенной степени трансформирует и их структуру. Возможно, существуют пространственные структуры или их ядра, отражающие области динамического равновесия всей планетарной системы. Основой для такого рода обобщений, безусловно, являются спутниковые дистанционные измерительные системы и наземные системы прямо или косвенно измеряющие величины термодинамических переменных. Информационный потенциал этой беспрецедентной географической системы измерения в настоящее время используется очень поверхностно и по существу для решения очень частных задач. Ее максимально полное включение в научный аппарат – актуальнейшая задача текущего момента.

Аналогично огромные массивы данных, прямо или косвенно отражающие термодинамические переменные ноосферы накапливаются в самых разных международных и национальных базах данных. По отношению к ним может быть применена та же технология анализа, что и для геосфер, в том числе биосферы.

Вполне естественно, что методология анализа и конкретные методы должны обеспечить возможность отображения анизотропной организации пространства – времени. При этом особый интерес представляют области почти дискретных границ, в пределах которых происходит скачкообразный переход из одной области динамического равновесия в другую. Понимание природы такого скачка ведет к пониманию функционирования всей системы.

Не менее важно расширение научного аппарата на основе измерений в поле переменных, ранее не охваченных в географических исследованиях: магнитометрия, гравиметрия, радиометрия, измерение электрических полей, георадарные измерения эманации газов, аэрозолей, высокомолекулярных соединений из почвы и растительности. Любой новый прибор, позволяющий вести в поле сканирующие измерения любой физической переменной, должен планомерно включаться в систему специальных натуральных исследований. Априори не известна их правильность в пространстве – времени, но прошлый опыт позволяет надеяться на открытие ранее неизвестных явлений, отражающих возможно новые аспекты элементов биосферы.

Наконец, представляется чрезвычайно важным осмыслить и развить методологию натуралиста и технические приемы построения эмпирических обобщений. Эта есть важная основа осмысленности научного поиска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аксёнов Г.П.* В.И. Вернадский о природе времени и пространства. Историконаучное исследование. М.: ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН, 2006. 392 с.
2. *Баландин Р.К.* Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие. М.: Знание, 1979. 93 с.
3. *Бауэр Э.С.* Теоретическая биология. М.-Л.: ВИЭМ, 1935. 206 с.
4. *Вернадский В.И.* Проблемы биогеохимии. Значение биогеохимии для познания биосферы. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 49 с.
5. *Вернадский В.И.* Живое вещество. М.: Наука, 1978. 347 с.
6. *Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1987. 340 с.
7. *Вернадский В.И.* Труды по всеобщей истории науки. 2-е изд. М.: Наука, 1988. 336 с.
8. *Вернадский В.И.* Пространство и время в неживой и живой природе
9. *Вернадский В.И.* Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. 529 с.
10. *Вернадский В.И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. 265 с.
11. *Вернадский В.И.* Научная мысль как планетное явление / Отв. ред. А.Л. Яншин. М.: Наука, 1991. 270 с.
12. *Вернадский В.И.* О науке. Т. I. Дубна. Издат. центр "Феникс", 1997. 92 с.
13. *Гольданский В.И., Кузьмин В.В.* Спонтанное нарушение зеркальной симметрии в природе и происхождение жизни // УФН. Т. 157. Вып. 1. 1989. С. 1–50.
14. *Зотин А.И., Зотин А.А.* Направление, скорость и механизмы прогрессивной эволюции. Термодинамические основы. М.: Наука, 1999. 317 с.
15. *Казначеев В.П.* Учение о биосфере (Этюды о научном творчестве В.И. Вернадского). М.: Знание, 1985. 80 с.
16. *Кадомцев Б.Б.* Динамика и информация. М.: Редакция журнала "Успехи физических наук" 1999. 396 с.
17. *Кизель В.А.* Физические причины диссимметрии живых систем. М. Наука, 1985. 119 с.
18. *Клир Дж.* Системология. М.: Радио и связь, 1990. 538 с.
19. *Лано А.В.* В.И. Вернадский: Pro et Contra. Антология литературы о В.И. Вернадском за 100 лет (1898–1998). СПб.: РХГИ, 2000. 870 с.
20. *Левич А.П.* Структура экологических сообществ. М.: Изд-во МГУ, 1980. 181 с.
21. *Мочалов И.И.* В.И. Вернадский и религия // ВИЕТ. 1988. № 2. С. 36–44.
22. *Мочалов И.И., Оноприенко В.И.* В.И. Вернадский: Наука. Философия. Человек. Кн. 1. М.: ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН, 2008. 408 с.
23. *Пузаченко Ю.Г.* Глобальное биологическое разнообразие и его пространственно-временная изменчивость // Современные глобальные изменения природной среды. Т. 2. М.: Научный мир, 2006. С. 306–377.
24. *Пузаченко Ю.Г.* Биологическое разнообразие в биосфере – системологический и семантический анализ. Биосфера. 2009. Т. 1. № 1. С. 25–38.
25. *Свирижев Ю.М., Логофет Д.О.* Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978. 350 с.
26. *Стратонович Р.Л.* Теория информации. М.: Сов. радио, 1975. 424 с.
27. *Стратонович Р.Л.* Нелинейная неравновесная термодинамика. М.: Наука, 1985. 473 с.
28. *Твердислов В.А., Яковенко Л.В., Жаворонков А.А.* Хиральность как проблема биохимической физики // Рос. хим. журн. Т. LI. № 1. 2007. С. 13–22.
29. *Твердислов В.А., Яковенко Л.В., Дмитриев А.В., Жаворонков А.А. и др.* Происхождение предшественников живой клетки. О двух фундаментальных асимметриях – ионной и хиральной. 2012. С. 257–291. [http:// library.biophys.msu.ru/PDF/3357.pdf](http://library.biophys.msu.ru/PDF/3357.pdf).
30. *Ферстер Г.* О самоорганизующихся системах и их окружении. Самоорганизующиеся системы. М.: Мир, 1964. С. 113–140.
31. *Филлипова Н.В.* Страницы автобиографии В.И. Вернадского. М.: Наука, 1981. 349 с.
32. *Хазен А.М.* Разум природы и разум человека. М.: НТЦ Университетский, 2000. 607 с.
33. *Эшби У.Р.* Принципы самоорганизации. М.: Мир, 1966. С. 315–341
34. *Garay J.* Active centrum hypothesis: The origin of chiral homogeneity and the RNA-world. BioSystems 103 (2011) // Japan Geosci. Union Meeting. 2012. P. 1–12
35. *Dawkins R.* The Selfish Gene: Second Edition. Oxford University Press, 1989. 236 p.
36. *Cline D.B.* On the physical origin of the homochirality of life // Eur. Rev. 2005. V. 13. Supp. №. 2. P. 49–59.
37. *Engel M.H., Macko S.A.* Isotopic evidence for extraterrestrial nonracemic amino acids in the Murchison meteorite // Nature. 1997. V. 389. P. 265–266
38. *Freeman D.* Origins of Life Revised Edition. Cambridge University Press, 2004. 112 p.

39. *Haken H.* Information and Self-Organization. Springer Series in Synergetics. V. 40. Berlin: Springer-Verlag, 1988. 232 p.
40. *Holling C.S.* Panarchy: understanding transformations in human and natural systems. Washington DC: Island Press, 2002. 532 p.
41. *Kay J.J., Schneider E.D.* Thermodynamics and measures of ecological integrity // *Ecolog. Indicators*. V. 1. Proc. Int. Sympos. *Ecolog. Indicators*. Florida, Fort Lauderdale. Elsevier. 1992. P. 159–182.
42. *Kay J.J., Fraser R.A.* Exergy Analysis of Ecosystems: Final Draft Establishing a Role for Thermal Remote Sensing. Ontario: Univer. Waterloo. 2001. 79 p.

Thermodynamic basis of the theory of the biosphere-noosphere of V.I. Vernadsky (on the 150th anniversary of academician V.I. Vernadsky)

Yu.G. Puzachenko

A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences

In the article the basic points from thermodynamics used by V.I. Vernadsky to validate the concept of planetary shells are considered. It is shown that the “living” is defined by V.I. Vernadsky as an independent thermodynamic variable, and the “living matter” – in line with thermostatics as a statistical ensemble. Through the definition of organization entropy-information as a natural thermodynamic variable that determines the formation of the noosphere is de facto introduced. It is argued that the system of relations, validated by V.I. Vernadsky, fully meets the modern concepts of non-equilibrium thermodynamics and synergy, and the tasks he set out at the beginning of the 20th century, are remaining unsolved.