150
Лет со дня рождения

ВЛАДИМИР ВЕРНАДСКИЙ



СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ

1
ТОМ

Библиотека журнала

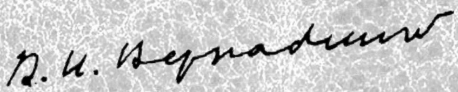
ORGANIC UA

Книга 10

Собрание сочинений В.И.Вернадского

Том 1





Владимир Иванович
ВЕРНАДСКИЙ

В. И. Вернадский

БИОСФЕРА И НООСФЕРА

Издание осуществлено при финансовой поддержке
Президентского фонда Леонида Кучмы «Украина»





ФЕДЕРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО
ДВИЖЕНИЯ УКРАИНЫ

Львов 2013

ББК 72.3 Рос.
В 35

Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера/ Библиотека журнала ORGANIC UA. — Кн.10., Т.1. — ВК «АРС», 2013. — 416 с. — серия «Отечественная мысль», Кн.4.

Владимир Иванович Вернадский (1863—1945) — фигура воистину уникальная в истории отечественной и мировой науки и культуры. Читать работы ученого могут не только специалисты, но и все, кого интересует история идей, закономерности их развития, а самое главное — жизнь природы.

Интерес к творчеству В.И.Вернадского не ослабевает и в настоящее время. Оказывается, что успешное решение выдвинутых в современную эпоху на первый план разнообразных глобальных проблем, экологических в том числе, невозможно без обращения к учению Вернадского о биосфере и ноосфере, в котором сформулированы принципы взаимодействия природы и общества. Учение Вернадского о биосфере – это целостное фундаментальное учение, органично связанное с важнейшими проблемами сохранения и развития жизни на Земле, знаменующее собой принципиально новый подход к изучению планеты как развивающейся саморегулирующейся системы в прошлом, настоящем и будущем.

Настоящий сборник «Биосфера и ноосфера» является первым томом Собрания сочинений В.И.Вернадского и входит в издающуюся с 2009 г. «Библиотеку журнала «ORGANIC UA». Это издание приурочено к 150-летию со дня рождения В.И.Вернадского. Оно стало возможным благодаря поддержке Президентского фонда Леонида Кучмы «Украина». В нее включены наиболее значимые и актуальные произведения ученого, посвященные вопросам строения биосферы и ее постепенной трансформации в сферу разума — ноосферу. Кроме того, в этот сборник вошла одна из последних статей академика, посвященная Гете, которого Вернадский считал не только великим поэтом, но и выдающимся натуралистом и в этом аспекте может быть сравним лишь с Платоном и Леонардо да Винчи.

Издание рекомендуется Федерацией органического движения Украины не только для студентов, научных работников, преподавателей естественнонаучных дисциплин, но и для всех тех, кто интересует вопросами биологии, экологии, философии и истории науки. Эта книга достойна занять почетное место в книжной коллекции, как любителя научной литературы, так и человека, стремящегося постоянно расширять свой кругозор.

Усі права на видання цієї книги належать Видавничій компанії «АРС».
Жодна частина книги не може бути передрукована, закладена в комп'ютерну пам'ять
або відтворена в будь-якій формі чи спосіб без попередньої письмової згоди Видавництва.

© ВК «АРС», 2013
© Федерація органічного руху України, 2013
© Президенський фонд «Україна», 2013

ISBN 978-966-2739-21-3



Среди выдающихся представителей украинского народа значительной фигурой является Владимир Вернадский. Этого ученого и мыслителя мирового уровня справедливо называют «Ломоносовым XX века». Оба они, хотя каждый по–своему и для своего времени, обосновали главные тенденции развития науки, выдвинули концептуальные идеи, наметили новые вехи научного творчества. В.Вернадский снискал признание в мире как основоположник научных направлений о Земле, как гениальный теоретик в познании Вселенной и развитии цивилизации. Трудно назвать область естествознания, которая не была бы затронута его универсальным гением. Украинская научная общественность помнит и высоко ценит В.Вернадского еще и как организатора и первого президента Украинской академии наук.

С Украиной была связана большая часть жизни В.Вернадского. В Харькове прошло его детство. На Полтавщине — в сельском имении родителей проходила его юность. Там родились первые идеи его знаменитого революционного учения о биосфере. Уже в молодые годы В.Вернадский высказал гениальную концепцию, согласно которой в результате человеческой деятельности биосфера перейдет в новое состояние — ноосферу, т.е. сферу разума. Конечно, и до Вернадского, и после него высказывались разные мысли и теории о биосфере. Однако учение Вернадского в этой области продолжает оставаться наиболее цельным, завершенным, основополагающим.

Именно Вернадскому принадлежат проницательные слова, что биосфера определяет изменчивый и прекрасный облик Земли, соединяет в своем лоне все живое и освещается изнутри светом человеческого разума. Мы всецело принадлежим биосфере — и телом,

и духовной жизнью, прошлым и будущим, став органом ее самопознания и преобразования. Гениальные идеи Вернадского о планетарной роли человека и человечества поражающе современны. Его пророческие предположения о развитии космизма основаны на внутреннем единстве человечества и космоса.

Труды Вернадского имеют огромное научно-практическое значение. В них — кладезь познания законов развития природы, Земли, как «колыбели» человеческой цивилизации и ее окружающей среды, включая систему защиты и охраны. Это очень важно для современного человечества при формировании его экологического сознания, а также для сохранения жизни на планете.

Предлагаемое читателю трехтомное издание избранных трудов В.Вернадского позволит ученым, студентам и работникам сферы образования обратиться к первоисточнику фундаментальных идей, сохранивших свое большое значение для современности в различных сферах материального и духовного развития общества.



Леонид КУЧМА

Президент Украины 1994-2005 гг.

ВЛАДИМИР ВЕРНАДСКИЙ. С ЛЮБОВЬЮ К ПРИРОДЕ И С УКРАИНОЙ В СЕРДЦЕ

Род Вернадских происходит от литовского шляхтича Верны, который входил в состав казацкой старшины и сражался на стороне Богдана Хмельницкого[1] в войне 1648—1654 гг, а его потомки затем осели в Киеве. Прадед Владимира Ивановича, запорожец Иван Никифорович, окончил Киево–Могилянскую академию, а после разгрома Сечи Екатериной II стал священником на Черниговщине. Дед, Василий Иванович, благодаря исправной службе военным лекарем, получил чин коллежского советника и с тех пор стал писаться Вернадским. Василий Иванович был женат на Катерине Яковлевне Короленко — родной сестре деда писателя В.Г.Короленко[2].

Отец, Иван Васильевич, родился в Киеве, был профессором политической экономии и статистики Киевского университета Св.Владимира, затем работал в Москве и Петербурге, где 12 марта 1863 г и родился будущий ученый.

Мать Володи, Анна Петровна Константинович (учитель музыки и пения), происходила из рода украинских шляхтичей — она была кузиной первой супруге Ивана Васильевича, Марии Николаевне, которая умерла в возрасте 28 лет от туберкулеза.

Первые пять лет жизни Владимира Вернадского прошли в Санкт-Петербурге, где в Александровском лицее его отец преподавал

---

[1]Зиновий Богдан Хмельницкий (27.12.1595, Суботов — 27.07.1657, Чигирин) — гетман Войска Запорожского, полководец и государственный деятель. Организатор восстания против владычества шляхты в Украине, которое переросло в Национально–освободительную войну украинского народа против Речи Посполитой. Основатель казацкой державы на землях Центральной Украины — Войска Запорожского, больше известной как Гетманщина.

[2]Владимир Галактионович Короленко (15.07.1853, Житомир — 25.12.1921, Полтава) — украинский писатель, журналист, публицист, общественный деятель.

политэкономию, а кроме этого — был главным редактором нескольких экономических журналов, в которых защищает принципы экономического либерализма, выступает против социализма и общинного землепользования. Иван Васильевич Вернадский был сторонником капитализма и критиковал крепачество, а когда получил в качестве приданого первой супруги имение с крепостными, сразу же освободил их.

Значительная часть жизни В.И.Вернадского связана с Украиной. В 1868 г., когда Владимиру было всего 5 лет, из–за проблем со здоровьем Ивана Васильевича, семья переезжает в Харьков. Об этом периоде у Вернадского остались самые хорошие воспоминания: «Мать была очень музыкальная, с большим голосом (меццо–сопрано), прекрасно пела украинские песни, бывали в доме и хоры. На меня это очень сильно действовало, хотя я это ничем внешне не проявлял. Отец страшно любил украинские песни, и моя мать их прекрасно пела. Вечерами в Харькове в нашем большом доме управляющего конторой банка она устраивала хоры. Раскрывались окна и лились хоровые украинские песни».

В 1873 г. Владимир пошел в первый класс Харьковской гимназии, но проучился всего год, потому что семья на несколько лет уехала за границу (Вена, Прага, Дрезден, Венеция), а оттуда вернулись в Петербург. Здесь тринадцатилетний Володя продолжил учебу в гимназии. Мировоззрение его в значительной мере формировалось под влиянием отца, а также сводного брата Николая — сына Ивана Васильевича от первого брака, талантливого художника и поэта. Вдохновленный его примером, будущий ученый с 13 лет начинает вести дневник, который дает нам бесценную информацию об этом выдающемся человеке. Именно из дневника мы узнаем о чрезвычайных способностях Владимира Вернадского, которые пугали его самого: по его словам во сне и наяву он иногда вступал в контакт с близкими ему людьми, причем при общении видел их четко. Не понимая природы этого дара, Владимир заглушил его в себе в раннем возрасте. Однако все же подобные способноти возвращались к академику Вернадскому в кризисных ситуациях.

В 1881 г. Владимир Вернадский поступает в Петербургский университет, где в то время преподавали известные ученые Д.И. Менделеев[1], И.М. Сеченов[2], А.М. Бекетов[3], А.М. Бутлеров[4] и др. Под влиянием В.В.Докучаева[5] Владимир Иванович занимается минералогией и кристаллографией. Будущий известный ученый изучает языки, интересуется также историей развития научной мысли, философией, историей, литературой, физической географией, природными водами, биологией и, конечно, почвами. И к биогеохимии Вернадский подошел в значительной мере благодаря почвоведению. Почва притягивала внимание ученого как мощная биогеохимическая лаборатория природы. При этом следует отметить, что большинство работ В.И.Вернадского о почвах были написаны в Украине или связаны с Украиной.

Занимаясь практикой естествознания, Вернадский часто посещал Украину, принимал участие в одном из петербургских кружков,

---

[1]Дмитрий Иванович Менделеев (27.01. 1834 — 20.01. 1907) — русский ученый-энциклопедист: химик, физик, метролог, геолог, метеоролог. Член–корреспондент Императорской Санкт–Петербургской Академии наук.

[2]Иван Михайлович Сеченов (1.08.1829 — 2.11.1905) — русский физиолог, ученый-энциклопедист, патологоанатом, гистолог, токсиколог, естествоиспытатель, химик, физик, эволюционист, педагог, мыслитель–рационалист, создатель физиологической школы; почётный член Императорской Академии наук.

[3]Андрей Николаевич Бекетов (26.11.1825 — 1.07.1902) — ботаник, педагог, популяризатор и организатор науки, общественный деятель. Основоположник географии растительности в России, почётный член Императорской Санкт–Петербургской Академии наук. В 1864 г. Бекетов организовал физико–химический отдел при Харьковском университете, на котором с 1865 г. впервые как самостоятельную научную дисциплину систематически читал курс физической химии.

[4]Александр Михайлович Бутлеров (3.09.1828 — 5.08.1886) — русский химик, создатель теории химического строения органических веществ, учёный–пчеловод и лепидоптеролог, общественный деятель, ректор Императорского Казанского университета (1860—1863).

[5]Василий Васильевич Докучаев (1.03.1846 — 8.11.1903) — геолог и почвовед, основатель научного генетического почвоведения и зональной агрономии. В 1888—1894 гг. по приглашению Полтавского губернского земства возглавлял экспедицию, которая изучала почвы, растительность и геологические условия Полтавщины. Было составлено почвенные карты губернии, создано природно–исторический музей. Среди участников экспедиции был и его ученик В.И.Вернадский

где бушевали дискуссии, споры. Упрямый украинец, себе на уме, — так высказалась как–то о Вернадском одна из участниц кружка. Во время заседаний одного из народовольческих кружков, членом которого он был, Владимир знакомится с Натальей Егоровной Старицкой, с которой они вскоре обвенчались и прожили «душа в душу и мысль в мысль» почти 56 счастливых лет.

В 1885 г., окончив университет, Владимир Вернадский остается работать в нем хранителем минералогического и геологического музея, где ведет активную научно–исследовательскую работу в области минералогии, кристаллографии и в смежных науках.

Из–за знакомства с террористами группы Александра Ульянова (покушение на императора Александра III 1.03.1887 г.), В.И. Вернадский оказался в опале. Политически неблагонадежные не могли оставаться на службе в Императорском университете. Лишь вмешательство Е.П.Старицкого[1], сумевшего убедить министра просвещения пойти на компромисс в форме заграничной командировки, уберегло В.И. Вернадского от крупных неприятностей. Весной 1888 г. университет отправил молодого исследователя на стажировку за границу. На протяжении двух лет ученый побывал в Германиии, Италии и Франции, где работал в разных научных учреждениях.

После стажировки его назначили руководителм кафедры минералогии физико–математического факультета Московского университета. В 1891 г. он становится приват–доцентом этого университета, а еще через 6 лет защищает докторскую диссертацию и становится в 35 лет профессором минералогии и кристаллографии.

Ученый занимается исследованием почв Левобережной Украины, Крыма, Урала, Польши и, несмотря на довольно плотный график, принимает участие в общественной жизни. В частности в 1895 г. В.И.Вернадский активно собирал средства для крестьян, пострадавших от голода.

---

[1]Егор Павлович Старицкий (26.11.1825, с.Войновка, Полтавская губ. — 31.05.1899, Полтава) — судебный деятель; действительный тайный советник, член Государственного совета. Отец Н.Е.Старицкой — жены В.И.Вернадского. Дальний родственник известного украинского писателя М.П.Старицкого.

В 1909 г. его избирают членом Российской академии наук. После акции гражданского протеста профессоров Московского университета против нарушения автономии высшей школы правительством П.А.Столыпина[1], в марте 1911 г. В.И.Вернадский оставил место помощника ректора и ушел в отставку вместе с другими профессорами и преподавателями Московского университета. Переехав в Петербург, возглавил там Минералогический музей и сосредоточился на научной работе в рамках Академии наук. Ежегодно он печатает в профессиональных журналах свои статьи, общается с лучшими умами Европы — в Скандинавии, Франции, Ирландии, Англии, Италии.

Жизнь и научная деятельность В.И.Вернадского тесно связаны с Полтавщиной (1890—1918). Ему там нравилось не только отдыхать, но и работать. Не случайно в 1912 г. Вернадские покупают на Бутовой горе возле Шишак на Полтавщине 12 десятин земли и через год за чертежами Василия Кричевского[3] возводят там в стиле украинского модерна дом, куда приезжают каждое лето. Именно здесь, на крутом берегу р.Псел, к Владимиру Ивановичу и приходит, как истинное прозрение, гениальная мысль о биосфере.

В.И. Вернадский возглавлял ученый комитет при Министерстве земледелия, Комиссию по подготовке реформы высшей школы, а осенью 1917 г. вошел в состав Временного правительства как заместитель министра народного просвещения. На этом посту академик Вернадский впервые поднимает вопрос о создании Академии наук

---

[1]Пётр Аркадьевич Столыпин (2.04. 1862 — 5 .09.1911) — государственный деятель Российской империи, премьер-министр (1906—1911). Двоюродный дед Алекса Подолинского[2].

[2]Алекс (Алексей Сергеевич) Подолинский (родился 13.07.1925) — внук известного украинского эколога и экономиста С.А.Подолинского, теоретик и практик биодинамического сельского хозяйства, руководитель Биодинамического Исследовательского Института (Австралия). См. книгу: А.Подолинский. Биодинамическое земледелие. Вступительные лекции. Т 1. — Федерация органического движения Украины, ЛА «Пирамида», Львов, 2009.

[3]Василий Григорьевич Кричевский (31.12.1872 — 15.11.1952) — украинский живописец, архитектор, график, художник кинофильмов. 22.03.1918 г. Центральная Рада утвердила проекты В.Г.Кричевского, в частности, герб, разработанный им на основе Тризуба Кн.Владимира.

Украины. Октябрьский переворот и приход к власти большевиков В.И.Вернадский не принял, и, как много образованных людей того времени, считал, что власть террора в Москве и Питере долго не продержится. Характеризуя политическую ситуацию того времени, ученый пишет: «...Очень неспокойно и тревожно за будущее... Опять ярко проявился анархизм русской народной массы и еврейских вождей, которые играют такую же роль в этом движении...». И дальше: «Большевистское движение, без сомнения, имеет корни в населении, в простолюдье, в толпе. Оно не верит интеллигенции...».

После ареста министра С.С.Салазкина[1] (во время Октябрьского переворота) принял на себя исполнение обязанностей министра и подписал обращение «От Временного Правительства», опубликованное 30 ноября 1917 г. и призывавшее дать отпор новой власти.

Постановление Военно–революционного комитета, опубликованное в ответ, предписывало арестовать Вернадского и других подписавших обращение, а затем отправить их «под надежным караулом в Кронштадт». В то же время из далекого Петрограда Вернадский восторженно воспринял известие о полной самостоятельности Украины, которую провозгласила Центральная Рада 11 января 1918 г. Мотивируя необходимостью продолжения работ в Украине, он выезжает в Полтаву. Однако относительное спокойствие продолжалось недолго: и Полтава вскоре оказалась в руках большевиков, которые начали активно воплощать в жизнь идею Ленина о присоединении Украины к России. Власть постоянно переходила из рук в руки: от Центральной Рады — к большевикам, затем — к кадетским деятелям местного государственного управления... 29 апреля 1918 г. Украину возглавил гетман Скоропадский[2]. И уже в начале мая 1918 г.

---

[1]Сергей Сергеевич Салазкин (26.02.1862 — 4.08.1932) — биохимик, педагог, политический и общественный деятель. Министр народного просвещения Временного правительства (сентябрь–октябрь 1917 г.), ректор Крымского университета в Симферополе (1924—1925).

[2]Павел Петрович Скоропадский (3.05.1873 — 26.04.1945) — украинский общественный, политический деятель, военный. Происходил из казацко–старшинского рода Скоропадских. Участник русско–японской (1904—1905) и Первой мировой войн (1914—1918). Гетман Украинского Государства (29.04.1918 — 14.12.1918 г.).

Вернадский в составе делегации от Полтавы едет в Киев на съезд украинской партии Народной Воли и останавливается у старого товарища — историка Н.П.Василенко[1], который в то время занимал министерские посты в Украине.

Несмотря на то, что власть в Киеве в 1918—1919 гг. все время меняется, социальные явления каждый раз доходят до «точки кипения», Вернадский остается здесь и вместе с Н.П. Василенко создает Комиссию по организации Украинской академии наук (УАН), в которую привлекает известных деятелей науки и культуры страны. Он также возглавляет кафедру минералогии физико–математического отделения Академии, читает лекции по геохимии в университете Св. Владимира, борется з оппонентами своей концепции УАН. Всю свою энергию и богатейший опыт ученый направляет на организацию УАН. 2 августа 1918 г. при УАН была создана универсальная Национальная библиотека Украины[2], которая функционировала под руководством временного комитета во главе с самим В.И. Вернадским. Ученый был одним из основателей сельскохозяйственного дела в Украине в период 1918—1920 гг.: он возглавил созданный 1 ноября 1918 г. Сельскохозяйственный ученый комитет Украины, а с 1919 г. был его членом.

В декабре 1919 г. Киев опять захватили большевики. Добровольческая армия Деникина[3], с режимом которого Вернадский пытался также сотрудничать, отступила. Вместе с М.П. Василенко и группой других ученых он выезжает в Ростов, а оттуда в Крым. В то время в своем дневнике он писал: «Я совершенно неясно представляю свой научный вес на Западе. Все главное печаталось на русском языке.

---

[1]Николай Прокопович Василенко (14.02.1866, Есмань Черниговской губ. — 3.10.1935, Киев) — украинский историк, общественный и политический деятель. В 1917 г. — член Украинской Центральной Рады. Во время Гетманата — Председатель Совета министров, министр образования, Председатель Государственного Сената. В 1921—22 гг. — Президент Всеукраинской академии наук (ВУАН).

[2]Сейчас — Центральная научная библиотека им. В.И. Вернадского НАН Украины.

[3]Антон Иванович Деникин (4.12.1872 — 7.08.1947) — окончил в 1892 г. Киевское пехотное юнкерское училище, русский военачальник, один из лидеров Белого движения, политический и общественный деятель, писатель, мемуарист, публицист и военный документалист.

Но больше всего хочется иметь возможность научной работы». Поэтому, после разгрома Деникина большевиками, Вернадский принимает приглашение возглавить кафедру геохимии и минералогии Таврического университета, где читает лекции, занимается наукой, а после смерти 2 октября 1920 г. первого ректора этого университета Р.И.Гельвига[1], на эту должность избирают В.И. Вернадского как наиболее авторитетного из университетских профессоров.

И из Крыма Владимир Иванович внимательно следит за событиями в России и драмой большевистского режима: «...Сыск развит чрезвычайно, расстрелы идут бесперерывно, в местных чрезвычайках преобладают хулиганы, грабители», — пишет он.

В.И.Вернадский всегда бесстрашно становился на защиту своих коллег, часто рискуя собственной жизнью. Выступил он и в защиту ученого–практика А.А.Стевена[2], который работал в правительстве барона Врангеля[3] в Крыму. Однако ходатайство Владимира Ивановича не помогло. На следующий день после расстрела Стевена крымские газеты напечатали запрос «ЧК» с требованием к Вернадскому объяснить свое поведение. Над головой ученого в очередной раз сгустились тучи. Появилась характеристика на него, подписанная комиссаром высших учебных заведений Крыма: «Профессор кафедры минералогии и геохимии, политический беженец, организатор академии наук при гетьмане… Будучи ректором Таврического университета, пытался увязать деятельность университета с политикой Врангеля с целью укрепления белогвардейцев… Особенно ярко

---

[1]Роман Иванович Гельвиг (12.09.1873 — 2.10.1920) — украинский ученый, доктор медицины, патологоанатом, первый ректор Таврического университета.

[2]Александр Александрович Стевен (1879 — 1920) — работал в Таврической губернской земской управе председателем губернского продовольственного комитета, при правительстве П.Н.Врангеля возглавлял аграрное отделение губернской земской управы (1919 — 1920). Внук основателя Никитского ботанического сада Х.Х.Стевена.

[3]Петр Николаевич Врангель (27.08.1878 — 25.04.1928) — русский военачальник, генерал–лейтенант русской императорской армии. Барон Врангель в начале Первой мировой войны командовал эскадроном в полку П.П.Скоропадского и был лично Скоропадским — будущим Гетманом независимого Украинского Государства представлен к Георгию IV степени за взятие в конном строю немецкой батареи полевой артиллерии.

характеризуют деятельность и взгляды Вернадского обращения, проведенные им через Совет университета и адресованные к европейской общественной мысли, для обработки последней в сторону, вражескую к Советской власти. В связи с этим, несмотря на большие научные заслуги Вернадского, дальнейшее пребывание его в Крыму есть политически недопустимым».

Незадолго до того, как в феврале 1921 г. В.И. Вернадского вместе с группой профессоров из–за их неблагонадежности большевики отправили в Петроград, случился эпизод, чуть не стоивший ученому жизни. В Севастополе оставалось много офицеров врангелевской армии, которые не успели бежать. Им угрожала смерть. Узнав об этом, Вернадский распорядился выдать 200 молодым офицерам студенческие удостоверения Таврического университета, чем спас их жизнь. К сожалению, информация об этом поступке дошла к чекистам, но все же ангел уберег ученого от расстрела.

После возвращения в марте 1921 г. в Петроград, Вернадский был назначен директором Радиевого института. Прошло немного и утром 14 июля 1921 г. в Петрограде Вернадский был арестован «летучим отрядом» Губчека под руководством «товарища Иванова», отвезен в ЧК на ул.Гороховую, 2, в ночь на 15 июля переведен на Шпалерную (в ДПЗ). Вечером того же дня подвергнут допросу, но поздно вечером был освобожден благодаря заступничеству крупных деятелей культуры (наиболее эффективным, по мнению самого Вернадского, оказалось обращение вице–президента АН В.А.Стеклова[1] к недавнему комиссару Балтфлота Н.Н. Кузьмину).

В 1922—1926 гг. — Вернадский по приглашению Сорбоннского университета читает там лекции по геохимии. Во время пребывания в Европе Владимир Иванович пытался заинтересовать европейские и американские научные организации своими идеями исследования

[1]Владимир Андреевич Стеклов (28.12.1863 — 30.05.1926) — математик, механик. В 1887 г. окончил Харьковский университет. С 1904 г. — декан математического факультета Харьковского университета. Действительный член Петербургской Академии наук (1912), вице–президент АН СССР (1919—1926).

живого вещества, но не нашел соответствующего понимания. После многолетних мучительных колебаний он принял решение вернуться на Родину после получения гарантий личной безопасности и обещаний поддержки биогеохимических исследований. После возвращения из Франции Вернадский издает монографию «Биосфера» — возможно, самую главную книгу своей жизни, в которой впервые теоретически определяет понятие биосферы как шара активной органической жизни Земли, использующей энергию Солнца и пребывающей в тесных прямых и обратных связях с геологическими оболочками и атмосферой Земли.

Летом 1926 г. при созданной им еще в 1915 г. Комиссии по изучению естественных производительных сил Вернадский организовывает отдел живого вещества — Биогеохимическую лабораторию (Биогел АН СССР). Основная научная задача Биогел, директором которого В.И.Вернадский оставался до последнего дня своей жизни, была сформулирована им как «познание явлений жизни с геохимической точки зрения». На самом деле, с целью реализации советского атомного проекта, там все больше проводилось исследований по геохимии урана, олова, бораи т.п. Исследования же живого вещества в аспекте диссимметрии и биогеохимической энергии остались страницей истории отечественной науки 1930–х годов.

В это же время увидела свет одна из главных работ В.И.Вернадского — «Очерки геохимии», которая была переведена на французский, немецкий, японский языки и выдержала несколько изданий. Кстати, лейпцигским ее изданием 1930 г. активно пользовались Лил[1] и Евген Колиско[2] при написании их знаменитой книги «Агрокультура завтрашнего дня». Этот труд относится к классическим, наиболее значимым работам, легшим в основу биодинамического сельского хозяйства, а научные рекомендации, изложенные в ней, способствовали эффективному, осознанному внедрению на

[1]Лил Колиско (1893 — 1976) — соратница и последовательница Р.Штайнера. Одна из наиболее известных адептов биодинамики, особенно в части гомеопатии. В соавторстве с мужем Евгеном Колиско написала книгу «Агрокультура завтрашнего дня».

[2]Евген Колиско (1893 — 1939) — врач, ученый, вальдорфский педагог, публицист.

практике биодинамических методов Алексом Подолинским и многими другими биодинамическими фермерами во всем мире.

В 1935 г. Вернадский переезжает в Москву, где работает над проблемой «жизни в космосе». Даже в те годы академик часто выезжает за границу читать лекции и работать в научных центрах Германии, Чехословакии, Франции, Англии. Учение о биосфере мало кто из его современников понимал в полном объеме, и много работ ученого было издано лишь через много лет после его смерти. Зная о том, что В.И.Вернадский был противником организации помпезных юбилеев и не отмечал свой день рождения празднествами, в 1936 г. его ученики и друзья все же сумели сделать достойный подарок: они составили и опубликовали объемистый двухтомник «Академику В.И.Вернадскому к пятидесятилетию научной и педагогической деятельности».

После 1930–х годов выезжать за границу — все сложнее. В.И.Вернадский становится свидетелем того, как классическая научная теория постепенно вытесняется «новым варварством», однако сам работает и дальше, считая, что его знания могут спасти народ. Дочь ученого тем временем остается жить с мужем, археологом Н.П.Толли, в США, а сын становится профессором кафедры истории Йельского университета. Академик не принимал их приглашения выехать за границу. В те времена он развивал научную идею о ноосфере, размышлял над космическим развитием человечества. В 1940 г. ученый инициирует создание Комиссии по проблемам урана при Президиуме АН СССР, фактически положив начало ядерному проекту в СССР. Утверждают, что в сентябре 1942 г., перед началом Сталинградской битвы, И.В.Сталин[1] принял на Ближней даче в Кунцеве академиков В.И.Вернадского и А.И.Иоффе[2], обсудив с ними вопросы создании ядерного оружия. И уже 28 сентября 1942 г. рас-

[1]Иосиф Виссарионович Сталин (настоящая фамилия — Джугашвили, 21.12.1879 — 5.03.1953) — советский политический, государственный, военный и партийный деятель, фактический руководитель СССР с середины 1920-х гг. до своей смерти в 1953 г.

[2]Абрам Федорович Иоффе (17.10.1880, Ромны, Полтавская губ. — 14.10.1960, Ленинград) — советский физик, организатор науки, часто именуемый «отцом советской физики», академик (1920), вице–президент АН СССР (1942—1945).

поряжением ГКО были возобновлены работы по урановой проблеме в Ленинградском физтехе, находившемся в эвакуации в Казани.

К 1940 г. В.И.Вернадский уже подошел к завершению работы над главными книгами своей жизни («Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» и «Научная мысль как планетное явление»). Созданная им Биогеохимическая лаборатория широко вела исследования живого вещества. Все это позволило ему лаконично подвести итог: «Я выбрал правильный путь».

Во время Второй мировой войны В.И.Вернадский з женой находились в Казахстане, откуда вернулись в Москву лишь в августе 1943 г. Владимир Иванович чувствует, что пришло время подводить итоги его земной жизи и сосредотачивается на написании хроники своей жизни, истории зарождения и развития идей. В 1943 г. В.И.Вернадский стал лауреатом Сталинской премии, был награждён орденом Трудового Красного Знамени и в этом же году своего 80-летия он стал первым и единственным ученым, при жизни которого была утверждена персональная премия его имени.

Многогранное научное творчество Владимира Ивановича опиралось на уникальную эрудицию, обусловленную широтой его интересов. Он изучал классиков мировой литературы, философии, науки, глубоко анализируя содержание их произведений. Так, Гете он считал настоящим натуралистом: «Я чувствую что–то в нем родственное и одинаково понимаю его интерес и к природе, и к искусству, и к истории». Находясь в 1936 г. в Германии, В.И.Вернадский сделал все возможное, чтобы посетить и музей Гете в г. Веймаре. Под впечатлением увиденного там, осмысливая наследие поэта и естествоиспытателя, в последний год жизни Вернадский написал свой труд «Гёте как натуралист». Выдающийся советский ученый изучал мировоззрение Гёте, который творил в конце восемнадцатого — начале девятнадцатого столетия не просто так. Ведь жизнь и творчество Гёте и Вернадского связаны с естествознанием. Оба они понимали развитие природы, каждый по–своему и вместе с тем на уровне научных знаний своего времени рассматривали Вселенную в ее единстве, стремясь охватить научной мыслью все то, что окружает человека.

Во взглядах Гёте Вернадский видел исторические корни передовых научных взглядов на строение окружающего мира. И хотя Вернадский наставлял: «Учителем у вас должны быть законы природы», сам он всегда отдавал должное своим предшественникам, учителям в науке, чьи идеи он обобщал, творчески развивал. Он говорил: «История идей, относящихся к энергетике жизни, взятой в рамках Космоса, указывает на почти непрерывный ряд мыслителей, ученых и философов, приходивших более или менее независимо к одним и тем же идеям, но не углублявшим поставленных ими идей. Кажется, будто давно уже царила благоприятная современным идеям атмосфера. Мы находим краткие, но совершенно ясные указания, мысли и факты на энергетическое отличие живого от мертвого… Рано умерший С.А.Подолинский[1] понял все значение этих идей и старался их приложить к изучению экономических явлений…»

Справедливость мудрых слов Вернадского подтверждается историей. Ведь не просто так именно в нескольких километрах от Шишак, где на своей даче В.И.Вернадский развивал учение о биосфере, наш современник, С.С.Антонец[2], настолько же любящий свою землю, природу, понимающий ее глубинные законы, создал первое в Украине и, по сути, во всем бывшем Советском Союзе органическое хозяйство, поставив себе за цель добиваться высоких экономических показателей не путем борьбы с природой, а благодаря заботе о ней и гармоничному созиданию вместе с ней.

«Мы знаем только малую часть природы, только маленькую частичку этой непонятной, неясной, всеобъемлющей загадки. И все, что мы ни знаем, мы знаем благодаря мечтам мечтателей». В своем многолетнем научном поиске Владимир Вернадский был похож на

---

[1]Сергей Андреевич Подолинский (19.07.1850 — 12.06.1891) — украинский ученый-энциклопедист: эколог, экономист, физик, философ, доктор медицины с правом медицинской практики, общественный деятель, заложил основы нового подхода к анализу развития человечества, увязав его со сбережением и накоплением энергии. Дед Алекса Подолинского.

[2]Семен Свиридонович Антонец (родился 20.08.1935, с.Антонцы Решетиловского р–на Полтавской обл.) — украинский аграрий, один из родоначальников органического движения Украины и СССР, учредитель частного сельскохозяйственного предприятия «Агроэкология». Герой Социалистического Труда (1991), Герой Украины (1999).

своих великих предшественников, в т.ч. и аграриев–практиков. Многие из них двигались параллельно, подобно великому украинскому земледельцу И.Е.Овсинскому[1], который призывал к комплексному восприятию земли, минералов, растений, что способствует не только получению высоких стабильных урожаев, но и служит залогом прекрасного качества конечной сельскохозяйственной продукции.

Развивать идеи великого академика продолжают и ныне. Его работы и сейчас имеют практическое значение — они были научным откровением, котрое смогло понять человечество лишь спустя десятилетия, хотя сам Владимир Вернадский осознавал собственную миссию на Земле: «Мне судилось сказать человечеству новое в том учении о живом веществе, которое я создаю… Это мое призвание, моя обязанность, возложенная на меня, которую я должен воплощать в жизнь — как пророк, чувствующий внутри себя голос, который призывает к деятельности…»

В.И.Вернадский, как ученый, воспринимал Природу, как единое целое, ощущая живое и себя в т.ч., ее неотрывной частью. По воспоминаниям его дочери Н.В.Вернадской–Толль: “Он любил все живое — зверей, цветы, лес, ковыль, степи, небо, звезды... Он постоянно учил меня любить и быть бережным со всем живым. Как я не понимала тогда в раннем детстве, что все прекрасно!”

Совокупность разных организмов на планете, всю массу живого он назвал «живым веществом». Считая, что в наше время разум должен, как никогда раньше, влиять на судьбу живого вещества, Вернадский главную роль отводил науке как высшей ступени умственных проявлений человечества. Поскольку же человек — часть природы, то науку можно рассматривать как самую могучую природную силу.

Оболочку Земли, которая сформировалась под действием живого вещества, Вернадский считал биосферой. Всесторонне и глубоко развив идею биосферы, он представил миру новый взгляд на дея-

[1]Иван Евгеньевич Овсинский (1856—1909) — украинский аграрий, автор «Новой системы земледелия». См. книгу: И.Овсинский. К лучшему урожаю. — Федерация органического движения Украины, ЛА «Пирамида», Львов, 2009.

тельность человека, высказав яркую мысль о сфере разума, или ноосфере («ноос» — по–гречески «разум»).

Еще один закон природы — закон эволюции — занимает важное место в произведениях Вернадского. Он пишет о Земле и Человеке, пытаясь заглянуть в будущее: «Человек не есть завершение создания, он — промежуточное звено в длинной цепи существ. Эволюция пойдет дальше. Человек будущего явится духовным космическим существом, преодолевшим свою животную природу и биологическую материальность, способным быть сотворцом Природы и покровителем жизни на бескрайних просторах Космического Универсума».

Учение В.И.Вернадского о биосфере является основой познания законов развития природы, в частности «колыбели» человеческой цивилизации–Земли, и разработки мер, необходимых для ее охраны от негативных природно–техногенных изменений и для предсказания этих изменений. Это жизненно необходимо современному человеку, чтобы выжить на планете, обеспечить будущее для своих потомков. Ведь, как писал Гете, «люди подчиняются законам природы даже тогда, когда действуют против них».

Актуальными и сейчас остаются слова Вернадского о том, что «в геологической истории биосферы перед человеком открывается большое будущее, если он понимает это и не будет использовать свой разум и свой труд на самоуничтожение»! И как ответ ему, с каждым годом в Украине и во всем мире все громче звучат призывы к борьбе с распространением ГМО, усиливающейся эрозией почв, необдуманному использованию агрохимии, приводящей, среди прочих бед, к засаливанию почв. Более того, неуклонно расширяется география распространения сертифицированного органического земледелия, охватывая не только родную сердцу Вернадского Полтавщину, но и другие регионы Украины и мира в целом.

За свою продолжительною творческую жизнь ученым было опубликовано десятки фундаментальных, экспериментальных и публицистических работ, посвященных актуальным вопросам геохимии, минералогии, биогеохимии, философии, биосферологии и ноосферологии. Владимир Иванович Вернадский работал фактически до по-

следнего своего дня — 6 января 1945 г., когда кровоизлияние в мозг остановило его такой насыщенный и плодотворный жизненный путь.

Но память о нем живет: «не зарастает народная тропа» к его могиле на Новодевичьем кладбище. Именем известного ученого и патриота Украины Владимира Ивановича Вернадского названо кратер на обратной стороне Луны, подледные горы в Восточной Антарктиде, подводный вулкан в Атлантическом океане, минерал вернадит, диатомовую водоросль, рудник в районе озера Байкал, многие институты, научно-исследовательское судно НАН Украины, Национальную библиотеку Украины, украинскую научную станцию в Антарктиде. За выдающиеся научные роботы в области минералогии, геохимии и космохимии НАН Украины и АН России присуждают премии им. В. Вернадского. В 2000 г. на Всеукраинском шоу «Человек года» ученого было названо «Человеком столетия»!

«Фауст» Гете — одно из самых любимых произведений Вернадского. В его личной библиотеке хранилось почти 60 томов сочинений Гете и книг о нем, изданных в разных странах мира, и около десятка разных изданий «Фауста». Образ Фауста глубоко проник в душу Владимира Вернадского, а строки Баратынского[1] на смерть Гете как будто сказаны и о Вернадском:

С природой одною он жизнью дышал,
Ручья разумел лепетанье.
И говор древесных листов понимал,
И чувствовал трав прозябанье.
Была ему звездная книга ясна,
И с ним говорила морская волна...

Председатель Правления Федерации
органического движения Украины
к.э.н. Евгений Милованов

---

[1]Евгений Абрамович Баратынский (19.02.1800 — 29.06.1844) — русский поэт, автор стихотворения «На смерть Гете».

К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПОЧВ

О необходимости анализа газов почв

Химия почв не может быть познана — даже в своих общих чертах — изучением только твердых и жидких составных частей почвы. Мы не будем иметь ясного представления о ней, даже если бы мы совершенно точно изучили твердый скелет почвы, определили химическую структуру ее гумусовых веществ, раскрывающуюся перед нами в последнее время благодаря интереснейшим работам американских ученых, выяснили строение и свойства коллоидальных почвенных тел, почвенных растворов. Все это дало бы нам познание только части почвы, не отвечало бы сложному природному телу. Оно также далеко от познания химического ее характера, как далек от него валовый анализ высушенной и измельченной почвы.

Заменяя валовой анализ более тонким химическим и физическим исследованием отдельных — твердых и жидких — компонентов почвы, мы все же мало приближаемся к познанию целого. Как были, так и остаемся от него далеки.

Ибо почва состоит не только из жидких и твердых компонентов и не может быть охвачена только их изучением. Ее существенную составную часть составляют газообразные продукты. Почва, взятая без газов, не есть почва. Газы почв в свободном виде составляют почвенную атмосферу, проникают не только поры и пустые пространства почвы, но и сгущаются путем окклюзии в рыхлом субстрате почв. Но почвенная атмосфера составляет далеко не всю и даже едва ли главную часть газообразных продуктов почв; все коллоидальные тела почв пропитаны газами, являются местами их выделения и поглощения. Коллоидальные тела обратили на себя особое внимание

в почвенных процессах, и едва ли можно достаточно переоценить их значение в химии почв — а между тем эти коллоидальные вещества во многом являются отличными от обычных коллоидов, ибо они всегда проникнуты газами и являются местом их передвижения. В какой форме находятся газы в этих коллоидах, мы не знаем. Еще меньше мы знаем газообразные нахождения в твердом — кристаллическом — скелете почв; мы можем только утверждать значение этой формы вещества в области почвенных минералов. Утверждая огромное распространение среди них процессов окисления, восстановления, гидратации, мы, в иных выражениях только, указываем на роль газов в твердом скелете почв; ибо во всех этих реакциях участвуют газы, или их водные растворы.

Почва не есть инертное тело с установившимися химическими соединениями. В отличие от горных пород, химические изменения протекают в ней быстро, совершаются непрерывно, и едва ли можно ошибиться, если утверждать, что почва представляет среду, находящуюся непрерывно в состоянии изменяющегося и неустановившегося химического равновесия. Такой характер почва принимает, главным образом, благодаря проникающим ее газам.

Их характер, свойства, количественные соотношения резко меняются в почве под влиянием, главным образом, метеорологических и биохимических факторов.

Метеорологические факторы — температура, атмосферное давление, влажность, осадки, ветер, лучистая энергия и т.д. — своеобразно отражаются на почвенном воздухе, меняют его свойства, вызывают в нем передвижения и определяют различные химические реакции, им вызываемые. Взятые в широком смысле и отнесенные к средним числам в данной местности, метеорологические факторы дают нам климатические условия газового обмена, идущего в почвах.

Однако, если бы мы имели дело только с метеорологическими (в широком смысле — климатическими) факторами газового обмана почв, если бы только ими обусловливался состав газов почв и их химическая активность, может быть не было бы особенной необходимости останавливаться на газах почв, т.к. можно было бы иметь о

них ясное представление, зная составь атмосферы данной местности и зависимость его от метеорологических факторов, с одной стороны, химические свойства и состав твердых и жидких почвенных компонентов — с другой.

Но газы почв зависят, м.б. в еще большей степени, в своей химической активности и в своем химическом составе от других, новых для атмосферы и для горных пород факторов — факторов биохимических.

С каждым годом значение биохимических процессов в почвах становится для нас все яснее и они выступают все ярче на первое место в их химической истории, вместе с тем, все яснее становится нам значение почвы в биосфере, не только как субстрата, на котором живет растительный и животный мир — но как области биосферы, где наиболее интенсивно идут разнообразные химические реакции, связанные с живым веществом. Не только биохимические явления в почве играют в ее химии самую видную роль — влияют д.б. на все химические почвенные реакции без исключения — но и самое значение этих биохимических почвенных реакций в общей химии земной коры становится для нас с каждым годом, неожиданно для нас, все большим. Роль почвы в истории земной коры отнюдь не соответствуем тонкому слою, какой она образует на ее поверхности. Но она вполне отвечает той огромной активной энергии, которая собрана в ее живом веществе и которая способна к переносу, благодаря проникающим в почву газам.

Говоря о значении биохимических процессов в почвах и о значении почвы в области биосферы, мы другими словами, скрыто, указываем на первенствующую роль газов в почвенных процессах и на значение этих газов в газовом обмене земной коры.

Ибо в жизни организмов, в живой материи, газы являются наиболее характерным проявлением химических процессов; химию жизненных явлений нельзя изучать и состав живых организмов нельзя учитывать, не принимая во внимание газов, проникающих, образующихся и поглощающихся в живой материи. Очевидно, указывая на значение биохимических процессов в почвах, мы тем самым и для

них выдвигаем на то же самое место — как и в жизни организмов — газы, их проникающие, в них образующееся и ими захватываемые.

Совершенно к тому же самому приводят указания на значение почвы в биосфере. Вся биосфера является областью разнообразнейших газовых процессов. Покрывая весь земной шар, почвы являются той средой, в которой, в теснейшей связи с жизнедеятельностью проникающих их организмов, идет медленное, но непрерывное поглощение и выделение газов. Это область газовых испарений земной коры. И если эти испарения в каждом отдельном случае ничтожны и не могут быть даже измерены, в сумме они производят огромный эффект и их химическая роль в земной коре в настоящее время, их геологическая роль в длящейся смене веков огромна. Мы здесь видим обычное в истории земли значение мелких причин, отдельно незаметных явлений. Давно вошла в сознание роль низших, мелких, нередко не видных глазу организмов в отложении известняков или кремнистых сланцев, разрушающая и строящая земную поверхность роль дождя, прибоя волн или ветра, значение ничтожных организмов в накоплении железных руд, отложении смолистых углей, образовании известковых и доломитовых океанических островов и рифов. Но, по сравнению со всеми этими явлениями, геологическая роль почв, д.б. еще более значительна и в общем химическом значении биосферы она стоить на более видном месте. Эта роль обусловливается проникающими почву низшими организмами и наиболее резко проявляется в газовом обмене земной коры. Может быть только дно и поверхность океанов имеют сравнимое с почвой геологическое значение в химии земной коры.

Можно даже в истории земной коры, в истории отдельных составляющих ее элементов определить эту роль довольно точно. Так, в истории азота почва является, с одной стороны, тем местом, где азот входить в соединения и теряет свою газообразную форму. Азот улавливается почвой, входить в целый ряд новых органических соединений, строящих организмов, переходит в селитры, растворяющиеся в водах или дающие временные или длящиеся твердые отложения. В то же самое время в почвах же мы имеем и обратные

реакции, — выделение свободного азота и разложение его соединений. Взаимные количественные отношения этих процессов, для нас неясны; не ясно, больше ли уходит азота в почве в связанное состояние или меньше, чем, сколько его в них получается разложением отмерших организмов или селитр. Но, во всяком случае, круговорот азота, идущий в почвах, играет первостепенную роль в биосфере, через него проходить большая часть органического азота, он обусловливает образование и распад органического вещества и сказывается во всех химических реакциях земной поверхности, в которых играет роль органическое вещество живой материи. Геологическое значение этого процесса мы можем себе ясно представить, если обратим внимание на то, что нет ни одного минерала, свойственного поверхностной оболочке литосферы, который образовывался бы без участия организмов. История соединений меди, железа, свинца, цинка и других тяжелых металлов — даже золота и серебра — всегда носит следы влияния этих веществ. Мы наблюдаем их могучее влияние в распаде силикатов и алюмосиликатов, в истории соединений серы, фосфора, углерода. Конечно, почва не является единственным источником органического азота. Наряду с ней, аналогичную роль играет поверхность водных бассейнов, тонкая пленка, населенная морским или пресноводным планктоном, — в некоторых отношениях почва океанов. Но между ними — через те же организмы — есть постоянный материальный обмен. Почва и поверхность океанов являются производителями азотистых тел живой материи.

С геологической точки зрения не меньшее, может быть, значение имеет почва и в истории водорода. Почва задерживает испарения водорода и не дает им подниматься в верхние части земной атмосферы. С помощью низших организмов она переводит их в соединения. Очень возможно, что этим обусловливается сохранение водородных молекул на нашей планете. Почва не дает им рассеиваться в небесном пространстве. Она служит аппаратом, сохраняющим земной шар от медленного разрушения.

И в истории других почвенных газов — кислорода, угольной кислоты, постоянно выделяющихся в свободном состоянии и поглощаемых почвой при биохимических процессах, мы имеем другие

проявления огромного геологического значения почвы, на которых здесь нет надобности останавливаться.

Все это указывает на геологическое значение газов, имеющих своим местом нахождения почву, в ней вырабатывающихся или ею захватываемых.

Но «почва» распадается на ряд естественных тел, очень различных по своим химическим свойствам, своим биохимическим процессам. Очевидно, следовательно, почвы разного характера, разных климатических зон должны отличаться разным количественным и качественным составом газов, им свойственных. Следовательно, роль разных почв в режиме газов земной коры должна быть различная, и почвенная карта земного шара должна была бы дать нам возможность не только иметь об этом точные представления, но и их количественно учесть.

Но напрасно стали бы мы искать ответа на эти и на другие аналогичные вопросы в огромном химическом материале анализов, собранных долголетней работой. Газы почвы, геологическое значение которых для нас не подлежит сомнению и которые должны наиболее полно и просто выражать нам характер химических процессов, в ней идущих, являются областью почти девственной для исследователя почв.

Только некоторые из них обратили на себя внимание в начале XIX столетия[1], когда почвоведение еще не сложилось в современную науку; тогда центр тяжести исследования был перенесен на изучение только обмена CO_2 в тесной связи с вопросами культуры растений. Почвы брались не в их естественном состоянии, а изучались почвы случайные, б.ч. очень специальные — парниковые или садовые. Так осталось неизменным до сих пор. Для нас через столетие почти после работ Буссенго[2] являются полной terra incognita газы почв в их естественном состоянии. Мы не знаем, как отличаются газы черно-

[1]Литературу для элементарных газов в почвах см. В.Вернадский. Опыт описат. минер. I. Спб. 1908—1913, стр. 633, 655, 674, 677, 698,774.

[2]Жан Батист Буссенго (2.02.1802, Париж — 11.05.1887, Париж) — французский химик, один из основоположников агрохимии. Член Парижской АН.

зема от газов болотных почв, подзолов, песчаных почв, красноземов, белоземов. Не выяснены изменения этих газов в разное время — зимой под снежным покровом, под паром или в разное время летней поры. Нечего и говорить о газах в почвах тропиков или полярных стран, изучение коих и в других отношениях отстало от почв нашего климата.

Едва ли можно сомневаться, что одно изучение количества CO_2 недостаточно для познания почвенных газов. Ибо почвы являются областью энергичного изменения азота. В характере этого азота наблюдаются аномалии, не совсем понятные. Напр., Шлезинг[1] нашел, что аргона в почвенном азоте меньше, чем в азоте воздуха. Единственным объяснением явилось бы предположение, что этот азот далеко не весь воздушного происхождения или что, наряду с азотом, находятся в почве его газообразные соединения. Как известно, Лидов[2] указывал на некоторые явления, делающие возможным такое допущение для азота атмосферы в известных условиях. Но эти все работы требуют подтверждения и проверки.

На ряду с азотом, почвы могут и должны заключать водород, метан, которые обычно совсем не определяются при определении CO_2 в почвах. Встречается ли всегда метан в болотных почвах? Не есть ли почва—в некоторых ее разностях — один из источников, где вырабатываются столь важные в истории земной коры углеводороды? Имеем ли мы случаи обогащения почвы кислородом? Работы того же Лидова и Фокина[3] над почвами Харькова (к сожалению, ближе не определенными) дали нам числа кислорода и углекислоты, находящияся в резком противоречии с тем, что нам известно для садовых и

[1]Жан Жак Теофил Шлезинг (1824—1919) — выдающийся французский химик и агроном, приобретший своими научными работами по различным вопросам химии почвы, атмосферы и растений, а также по химико-агрономическому анализу всеобщую известность.

[2]Лидов Вадим Петрович (1908—1974) — советский ученый, кандидат географических наук. Всю свою творческую деятельность занимался изучением земельных ресурсов (их истощение и принципы восстановления плодородия земель).

[3]Фокин Александр Дмитриевич (19.10.1897—20.03.1981) — выдающийся украинский флорист и геоботаник.

огородных почв. Кислорода в них во много раз больше. Теоретически мыслимо обогащение — в известных случаях — почв свободным кислородом, и, очевидно, это не может быть безразличным с точки зрения их плодородия. Особенно с этой точки зрения важно изучить почву под снегом, на озимых и парах, или почвы ранней весны. Мы знаем, что на поверхности океанов, в области планктона, мы имеем временные слои воды, обогащенные кислородом, не только по сравнению с воздухом, но и с всегда более богатой кислородом водою, находящейся в соприкосновении с воздухом. В реках мы наблюдаем аналогичные явления в не менее резкой форме, наблюдаем слои воды, пересыщенные кислородом. Но, то же самое можно ждать в известных случаях в почвах, хотя, к сожалению, этот логический вывод до сих пор не проверен наблюдением. Обогащение почв кислородом должно происходить во время и после дождя, когда с ним приносится в водном растворе больше кислорода, чем, сколько его, по сравнению с азотом, находится в воздухе. Особенно резко должно это проявляться в весеннее время, в нашем климате при таянии снега. Наш снежный покров есть не только покрышка озимых — это живительная покрышка, которая весною даст им газы, более обогащенные кислородом, чем обычный, окружающий их воздух. Вообще в течение зимы можно ждать в почве процессов обратных тому, что наблюдается в замкнутых водных бассейнах. Там, в связи с замерзанием поверхности прудов, рек, озер, зимой кислород почти весь исчезает, поглощается живыми организмами и биохимическими процессами, идущими в связи с их разрушением. Но здесь под рыхлым слоем снега, богатого окклюдированным и растворенным кислородом, находящимся в обмене с окружающим воздухом, процесс должен идти иначе. Но наблюдений газов в почвах под снежным покровом нет. Совершенно не безразличной с этой точки зрения должна быть ранняя весенняя флора зеленых водорослей, покрывающих черноземы наших степей. Роль этих водорослей, в процессах обогащения кислородом поверхности водных бассейнов, как мы знаем, огромная — не может быть менее значительна в богатой водою, влажной почве весенней степи.

Почва может быть обогащена кислородом не только в этих случаях. Почвы поемных лугов не раз должны представлять аналогичные явления. Эти случаи взяты здесь только как примеры. Они указывают на возможность существования почв, богатых кислородом, а такие явления, очевидно, не могут быть безразличны с точки зрения плодородия почв.

Не только, вопросы геологического характера, но чисто практические вопросы земледелия требуют постановки газового анализа почв. Причины плодородия почв во многом загадочны.

Нельзя упускать из исследования ни одного из возможных факторов, одним из которых, до сих пор упущенным, является режим кислорода в почвах.

Среди почв болотных мы — с точки зрения минералогической — ясно имеем две группы: в одних, как показал Потонье[1], идут процессы восстановления, в других окисления. Соединения железа находятся в одних почвах в состоянии закисном, в других — окисном. Едва ли это не является указателем различного обогащения почв кислородом.

Вопросов сейчас можно поставить много. Но мало на них можно дать точных ответов, т.к. нет до сих пор самых простых газовых анализов почв в их естественном состоянии, при разных метеорологических условиях.

И с точки зрения геологической химии земной коры, и с точки зрения чисто практической — плодородия, и с точки зрения почвенной — учета химической статики и динамики различных естественных почв, химический газовый анализ почв стоить на очереди, требуя работы. В России, где сейчас идет интенсивная работа по исследованию ее почв, где прочно укоренилось в сознании почвоведов понятие о почвенном типе, как естественном теле — при массе валовых анализов почв — нет до сих пор ни одного полного газового анализа

[1]Генри Потонье (16.11.1857, Берлин — 28.11.1913, Берлин) — немецкий палеоботаник и геолог. Исследования посвящены преимущественно изучению морфологии и анатомии растений палеозоя, расчленения по ископаемой флоре каменноугольных и пермских отложений Германии, а также общих вопросов эволюции растений в свете палеоботанических данных. Автор руководства по палеоботанике.

почв! А между тем именно здесь они, может быть, особенно нужны, т.к. почвенные типы здесь прочно установлены. Необходимо, чтобы русские исследователи обратили на это внимание и сделали упущенную работу.

О спутниках калия в почвах.

При изучении состава почв определение калия имеет особое значение, т.к. калий является одним из элементов, обусловливающих плодородие почвы. Поэтому калий определяется во всяком анализе почв. Однако, эти определения требуют сейчас, если не поправки — то, во всяком случае, проверки.

Все обычные методы определения калия не дают возможности отличить калий от некоторых, более тяжелых, близких к нему по свойству, элементов — рубидия, цезия, таллия. Обычно считается, что количество этих элементов ничтожно, что мы наблюдаем в природе только следы этих элементов, которые чрезвычайно редко скопляются в заметных количествах и потому могут быть спокойно оставлены в стороне при определении калия.

Однако, по отношению к природным соединениям это далеко не всегда может быть сделано без вреда для точности анализа. Оставляя пока в стороне цезий и таллий, по-видимому, менее обычные как спутники калия[1], теперь совершенно ясно, что отнюдь нельзя этого сказать про рубидий, весьма распространенный в природе и обычно причисляемый к калию.

С каждым годом распространение рубидия в природе оказывается более сильным, чем это обычно предполагалось[2]. Впервые на это указали наблюдения русского ученого К.Шмидта, который нашел, что рубидий обычен в водах океанов и составляет в них едва ли менее 0.001% (в озерах до 0.3% RbCl), а, по–видимому, гораздо более. Эти наблюдения Шмидта не обратили на себя внимания, а между тем, очевидно, они ставили на разрешение вопрос — откуда

[1]Цезий, по–видимому, встречается в довольно исключительных условиях (в пегматитовых жилах), таллий же, главным образом, скапливается в природе вне всякого отношения к калию, быстро от него отделяется в природных поверхностных реакциях.

[2]О растворении рубидия см. сводку P.Ephraim в Gmelin–Kraut. Handb. d. anorg. Chemie I. 1906. p. 188, 214, 1909. p. В.Вернадский. Труды Геол. Муз. Ак. Н. И. Спб. 1908. 86.

рубидий попал в морскую воду. Состав воды океанов, неизвестный нам в своих частностях, в общем, может быть рассматриваем, как обусловленный растворимостью соединений, попадающих в реки и океаны. В реки попадают только такие соединения, которые не поглощаются почвами; во всяком случае, едва ли будет ошибочно считать, что главная часть солей, растворенных в морской воде, так или иначе прошла через почвы, ими просеяна и вынесена через них в реки. Лишь часть солей морской воды выщелочена морем из твердых осадков, которые в ней взмучены. может быть, часть, наконец, извека находилась в океанах.

Во всяком случае, богатство рубидием морской воды и воды всех до сих пор изученных соленых озер, несомненно, ставит вопрос о нахождении рубидия и в почвах, ибо количество рубидия по отношению к калию морской, или озерной соленой воды достигает многих процентов, и такова, очевидно, будет ошибка при определении калия в морской воде, в котором не будет сделана поправка на рубидий.

Распространение рубидия в морской воде становится нам теперь понятным, т.к. рубидий оказывается чрезвычайно распространенным в главных калиевых соединениях земной коры, в алюмосиликатах — слюдах и полевых шпатах. Здесь количество Rb_2O временами достигает трех и больше процентов. В некоторых полевых шпатах (напр., в микроклинах из Ильменских гор) более 23% того вещества, который считался за K_2O, состоит из Rb_2O; немногим меньше числа, получаемый для некоторых слюд. Конечно, это предельный цифры — но вопрос мало исследован, требует сейчас проверки и очень возможно, что числа калия без поправки на рубидий окажутся для всей группы калиевых полевых шпатов и слюд на несколько процентов их количества большими действительности. Таким образом, при поправке анализов, количество калия может уменьшиться значительно, может быть даже на четверть.

Вопрос об этой поправке отнюдь не является чистой экспериментальной датой. Он тесно связан с общей историей рубидия в земной коре.

Для рубидия чрезвычайно характерно, что мы не знаем для него ни одного минерала вторичного происхождения, образовавшегося

из разрушения богатых им первичных соединений. Больше того, те количества рубидия, какие найдены в слюдах, полевых шпатах, бериллах — до сих пор не были найдены в заключающих рубидий вторичных телах.

Следовательно, при разрушены первичных калиевых соединений в почвах и на земной поверхности рубидий, очевидно, или должен скопляться в до сих пор, мало исследованных коллоидальных и подвижных тонко кристаллических диссоциационных продуктах разрушения алюмосиликатов, или уноситься в виде водных растворов, попадая в их вторичные твердые отложения.

Несомненно, это последнее отчасти происходить и этим объясняется его нахождение в морской воде. Для солей рубидия, как известно, существует законность, подмеченная давно уже Годфруа, — что его простые соли более легко растворимы в воде, чем соли калия. Следовательно, возможно, что рубидий будет легче выщелачиваться из почв и продуктов денудации и выветривания, покрывающих наш земной шар, и будет собираться в океаны. Тем более, что значительная часть калия удерживается на суше живым веществом или скапливается в его состав в гидросфере.

Однако явление не идет так просто для рубидия. Тот же Годфруа показал, что «двойные соединения» рубидия труднее растворимы, чем «двойные соединения» калия. Дальнейшие исследования еще более подтвердили эти явления — они указали, что эти рубидиевые тела нередко и более прочны, чем соответственные тела калия. Таким образом, в тех условиях, в каких мы имеем дело с образованием таких тел, можно ожидать обратных явлений для рубидия. А между тем все указывает, что образование таких сложных тел для рубидия еще более обычно, чем для калия.

На это указывает и любопытная история природных отложений калийных солей. Здесь всегда получаются более богатый рубидием, чем весь шток солей калия, образования двойных солей, напр., карналлита.

Принимая во внимание эту способность рубидия — сомнительно, чтобы он уходил в легко растворимой форме целиком в море. И действительно, мы имеем ясные указания, что рубидий далеко не

остается безучастным в тех реакциях, какие идут в почвах. Так, рубидий всегда находится в золе растений и выбирается ими из тех его следов калия наблюдаются в почве. Есть даже растения, например, свекла, зола которых особенно обогащается рубидием. Т.о., несомненно и для рубидия, подобно калию, только часть его уносится в растворимой форме в море, часть же задерживается живым веществом и вступает затем в иной — неизвестный пока нам — цикл изменений. Есть и другое указание на участие рубидия в химических реакциях, происходящих в почвах. Это — природная история селитр. Как известно, селитра в природе во, всех ее разностях всегда является поверхностным минералом образующимся при участии биохимических почвенных процессов. Мюнтц наблюдал рубидий в натриевой чилийской селитре, Шмидт[1] нашел его в калиевой кавказской селитре. Эти последние наблюдения были подтверждены позже, мною для селитры Терской области, причем, кроме рубидия, я наблюдал в этой селитре и цезий.

До сих пор это все отдельные наведения. У нас нет сейчас данных для решения — и даже прочной постановки — вопроса, т.к. в своих анализах почвоведы определяют калий, не вводя поправки на рубидий. Обогащается калий в почвах рубидием или обедняется? Случайно или связано с потребностями организмов нахождения рубидия в золе высших растений? Не накапливается ли рубидий в почве, аналогично фосфору?

Для решения этих и других вопросов — необходимо, чтобы почвоведы обратили внимание на выделяемый ими калий, сделали пробы в нем на рубидий и, по возможности, определили их количественный соотношения.

Шишаки, Полтавщина, июнь 1913.

---

[1]Карл Эрнст Генрих Шмидт (13.06.1822, Митава — 27.02.1894, Дерпт) — известен также, как Карл Генрихович Шмидт — химик немецко–балтийского происхождения, профессор Дерптского университета (ныне Тартуский университет), член-корреспондент Петербургской Академии наук (1873), автор более 130 научных статей по аналитической, органической и неорганической химии. Был руководителем работы на соискание степени доктора философии нобелевского лауреата в области химии Вильгельма Оствальда. Шмидт — автор русского слова «углеводы» (1844).

Записка об ученых трудах профессора К.К.Гедройца[1]

Профессор Константин Каэтанович Гедройц занимает особое положение среди почвоведов, являясь представителем химического почвоведения. Его работы в области почвенных коллоидов и его учение о поглотительной способности почв отличаются оригинальностью и открывают новые горизонты. Эти работы создали Гедройцу крупную известность не только у нас, но и заграницей. Большинство его работ по химии почв переведено на английский язык, а его книга «Химический анализ почв» вскоре после выхода в свет была переведена на немецкий язык.

К.К.Гедройц родился в 1872 г. окончил курс в Лесном Институте в 4897 г., а в 1903 выдержал в С.–Петербургском Университете государственные экзамены по разряду естественных наук. Непосредственно по окончании Лесного Института К.К.Гедройц приступил к научной работе в организованной покойным профессором П.С.Коссовичем[2] Сельскохозяйственной Лаборатории Министерства Земледелия. В этой Лаборатории К.К.Гедройц работал до 1915 г. сначала в качестве лаборанта, а затем научного сотрудника, а в 1915 г. после смерти профессора Коссовича стал во главе этой Лаборатории в качестве заведующего. В 1919 г. К.К.Гедройц занял кафедру почвоведения в Лесном Институте, в каковой должности состоит и по настоящее время. Не считая мелких статей и громадного количества рефератов, К.К.Гедройца опубликовано 65 научных работ, которые могут быть разбиты на три группы:

– работы по разнообразным отдельным вопросам из области почвоведения и агрономической химии;

---

[1]Константин Каэтанович Гедройц (25.03.1872, Бендеры, Молдавия — 5.10.1932, Москва, СССР) — известный советский почвовед–агрохимик, основоположник коллоидной химии почв, академик АН СССР.

[2]Петр Самсонович Коссович (16.09.1862 — 13.08.1915) — русский почвовед и физиолог растений. Его работы были посвящены проблемам азотистого питания растений, известкования и использования растениями фосфоритов.

– исследования в области методики химического анализа;

– изучение почвенных коллоидов и связанных с ними явлений, в особенности поглотительной способности почв.

Не останавливаясь на первой группе работ, касающихся разнообразных вопросов почвоведения, а также проблем удобрения и питания растений, отметим, что работы второй группы создали ему уже известность авторитетного аналитика, к которому часто обращались за советами. Несколько работ по методологии химического анализа почв завершились прекрасной сводкой под заглавием «Методы химического анализа, принятые в Сельско–Хозяйственной Лаборатории Министерства Земельного и Государственного Имущества», вскоре появившейся в печати также на немецкой и венгерском языках.

Крупную известность К.К.Гедройц приобрел, однако, своими работами в области почвенных коллоидов, серия которых открылась в 1908 г. работой «Коллоидальная Химия и почвоведение», обратившей внимание почвоведов на явления, которые ими до того времени почти игнорировались. Вторая работа, появившаяся в 1914 г. «Коллоидальные вещества в почвенном растворе. Образование соды в почве. Щелочные солонцы и солончаки», является до известной степени откровением в почвенной литературе. Небольшая по объему, но необычайно богатая содержанием и с выводами, подкрепленными рядом неопровержимых цифр — результатов многочисленных анализов проделанных в течение нескольких лет — она сразу заставила признать громадную роль коллоидов в образовании и в жизни почв, она уяснила природу почвенного раствора, т.е. разрешила проблему, к которой тщетно подходили многие почвоведы–химики, и, наконец, она рассеяла ту неопределенность, которая ощущалась почвоведами в вопросах о процессе засоления почв и о формах засоленных почв. К.К.Гедройцу удалось показать, что этот процесс связан со сложными явлениями поглощения почвенными коллоидами катионов солей, и что разные формы засоленных почв ничто иное как различные стадии рассоления почв вследствие понижения уровня грунтовых вод и других естественных причин. Лабораторные эксперименты Гедройца, как напр., искусственное получение солонца из солончака полу-

чили вскоре подтверждение в целом ряде полевых наблюдений Полынова[1], Крашенинникова[2], Виленского[3] и др.

Дальнейшие работы К.К.Гедройца являются развитием идей, высказанных в названных двух работах, по трем направлениям: 1) исследование поглотительной способности почв; 2) изучение различных форм и стадий засоления почв; 3) изучение самого поглощающего комплекса почв.

Несмотря на существование большого числа работ, посвященных изучению поглотительной способности почв, только К.К.Гедройцу удалось прямо указать на связь итого явления с почвенными коллоидами и установить его природу, как процесса физико-химического, протекающего в ту или иную сторону в зависимости от электрического характера коллоида и поглощаемых ионов. Ряд работ К.К.Гедройца, выясняющих, что почвенные коллоиды являются по преимуществу электроотрицательными и потому поглощающими катионы, завершился прекрасной сводкой всех этих исследований его под заглавием «Учение о поглотительной способности почв», 1922 г. В этой работе, расчленяющей поглотительную способность почв на три ряда процессов, а именно механическое, физическое и физико-химическое поглощение, дается всем этим явлениям исчерпывающее объяснение, устраняющее господствующую в этом вопросе неопределенность и неясность. Из работ по изучению форм засоления почв следует отметить изучение интересной, до сих пор

---

[1]Борис Борисович Полынов (1877—1952) — советский учёный, специалист в области почвоведения, геохимии и географии, профессор, академик АН СССР.

[2]Степан Петрович Крашенинников (31.10.1711, Москва — 25.02.1755, С.–Петербург) — русский ботаник, этнограф, географ, путешественник, исследователь Сибири и Камчатки, автор знаменитой книги «Описание земли Камчатки» (1756).

[3]Виленский Дмитрий Гермогенович (1.07.1892, Шепетовка, Украина — 13.02. 1960 — украинский ученый, почвовед, картограф, геолог, минеролог. Основным направлением деятельности была классификация, география и картография почв. В 1930–е гг. совместно с сотрудниками кафедры географии почв разрабатывает методику крупномасштабного и детального картографирования почв. По его инициативе при почвенно-картографических работах стали использоваться аэрометоды исследования почвенного покрова. Руководил работами по почвенному районированию СССР в целях рационального использования земельных ресурсов страны.

являвшейся очень неопределенной, формы, а именно так называемой солодей. Только что появившаяся работа «О солодях» (1926 г.) не только отмечает некоторые интересные явления связи солодей с распространением Днепровского ледникового языка, но в свою очередь ставит целый ряд вопросов, которым, вероятно, будут посвящены дальнейшие работы.

К.К.Гедройцу пришлось близко подойти и к вопросу о природе самого поглощающего комплекса. Из этих работ следует отметить как особенно интересные и богатые экспериментальными данными и выводами а Действия электролитов на илистые суспензии» 1915 г. и «Ультра–микроскопический состав почвы и зависимость его от рода катиона» 1923 г. В этих работах подчеркивается с особенной ясностью неуловимость границы между суспензией и коллоидальным раствором, освещается роль гидроксильного иона, как фактора способствующего дисперсности и подвижности активной части почвы, и намечается путь к новому методу механического анализа, который даст возможность судить о характере почвообразования. Работы Гедройца в этой области возглавляются его трудом «Почвенный поглощающий комплекс и почвенные поглощенные катионы как основа генетической почвенной классификации» 1925 г.

Так как параллельно с многочисленными экспериментальными исследованиями К.К. приходилось разрабатывать целый ряд новых методов и приемов химического исследования почв, это побудило его коренным образом переработать его книгу «Методы химического анализа» и выпустить ее под заглавием «Химический анализ почв».

Приведенный очерк работ К.К.Гедройца, имеющих такое большое значение для правильного понимания почв и совершающихся в них процессов работ, свидетельствующих о том, что в лице К.К.Гедройца русская наука имеет талантливого исследователя, от которого можно ожидать еще многих ценных работ, наконец, широкая известность К.К.Гедройца, как у нас, так и заграницей, в особенности в Америке, дает нам основание считать его вполне достойным избрания в члены–корреспонденты.

Записка об ученых трудах профессора К.Д.Глинки[1]

Академия Наук в 1927 году выбрала Константина Дмитриевича Глинку своим членом–корреспондентом; она выслушала тогда доклад о его научных заслугах и имела о них суждение. Они ей известны и ею оценены. Я буду считаться с этой недавно произведенной Академией оценкой научной работы К.Д.Глинки и с ее результатами — с выборами его в члены–корреспонденты. Высокое значение этого звания в нашей среде не требует никаких дополнительных суждений.

Поэтому я в этом моем предложении Комиссии наметить кандидатуру К.Д.Глинки в действительные члены Академии по почвоведению — остановлюсь по возможности больше на тех сторонах его научной работы, которые особенно ярко выступают перед нами при выборе его, как академика. Со времени В.В.Докучаева[2] (1843—1903) в течение более 40 лет наука о почвах в нашей стране находится на чрезвычайно высоком уровне. Никаких признаков ослабления работы в этой области нет; наоборот, мы видим сейчас в нашей стране такое число превосходных работников в этой области знания, которого, думается мне, никогда в ней не было; впервые, за все время существования Академии мы имеем среди нас двух членов–корреспондентов почвоведов, и, несомненно, это число могло бы быть увеличено. На наших глазах заканчивается небывалая коллективная работа: почвенной карты, обнимающей огромную часть Евразии; ничего ей равного нет сейчас для других частей континентов. В этой коллективной работе трех поколений русских почвоведов большая роль и большая работа выпала на долю К.Д.Глинки, непосредственного продолжателя первых творцов этой карты — В.В.Докучаева и

[1]Константин Дмитриевич Глинка (23.06.1867, с. Коптево, Смоленская область — 2.11.1927, С.–Петербург) — российский почвовед, академик АН СССР (1927).

[2]Василий Васильевич Докучаев (1.03.1846 — 8.10.1903) — известный геолог и почвовед, основатель российской школы почвоведения и географии почв.

его рано умершего высоко талантливого ученика Н.М.Сибирцева[1] — первого русского профессора почвоведения. Эта коллективная работа поколений почвоведов завершается сейчас в нашей Академии в Докучаевском Почвенном Институте, при нашей Комиссии по изучению естественных производительных сил; при этом, как это и указано в заголовке карты, работа была произведена одновременно по материалам Института и другого предшествовавшего ему учреждения Докучаевского Почвенного Комитета, единственным и бессменным директором которого был К.Д.Глинка. Мне незачем, конечно, здесь останавливаться на том огромном научном значении, какое имеет такая почвенная карта: это не схема — это есть эмпирическое огромное научное достижение. Такая почвенная карта должна являться и уже является основой для разнообразных больших научных искании — ставит новые вопросы и указывает новые пути. Они уже выявились — в первых ростках — при первом подступе к этой форме научной работы — после издания карты черноземов Европейской России В.В.Докучаева 45 лет тому назад. Но во всей полноте они завершаются только теперь, когда почвенная карта, составленная точно по единому научному методу — по «русскому» методу полевой и лабораторной почвенной работы — основы которой были заложены В.В.Докучаевым и его учениками — дошла до Тихого океана, предела континента. Почвенная карта Европейской части СССР сразу получила сейчас этим путем во многом неожиданное освещение.

Достаточно взглянуть на почвенную карту азиатской части Союза, только что изданную нашей Академией и составленную в ее среде, в ее Институте, чтобы понять, что дает этот новый могучий источник научной работы, коллективной огромной работы русских почвоведов. В основу этой карты легли почвенные экспедиции, организованные по инициативе и под руководством К.Д.Глинки на средства бывшего Министерства Земледелия, в Сибирь и Туркестан. Без них ее не было бы. Они шли непрерывно с 1908 по 1914 гг., захва-

[1]Николай Михайлович Сибирцев (1.02.1860 — 20.07.1900) — выдающийся русский почвовед, один из учеников В.В.Докучаева. Сыграл важную роль в становлении генетического почвоведения, географии почв, развитии классификации и картографии почв.

тили десятки сотрудников и были прерваны войной. Но и во время войны и разрухи К.Д.Глинка сумел сохранить прерванную работу, докончить и свести ее результаты.

Я не могу не отметить этого удивительного достижения. Экспедиции Глинки, каковы бы ни были их частные ошибки, являются единственными по организации и по результатам в научной литературе.

Сейчас Академия не может не считаться с тем, что эта огромная работа идет в ее среде и ложится на ее ответственность. Она не может с этим не считаться, во–первых, потому, что при отсутствии академика–почвоведа, организация этого дела в ней может оказаться в корне неправильной, и, во–вторых, потому, что эта коллективная научная исследовательская работа получает сейчас такой размах, который делает реорганизацию этого дела для Академии неотложной задачей, я бы сказал, неотложной обязанностью.

Жизнь сложилась так, что академик-почвовед должен стать во главе огромного — самого сейчас большого в мире — Института по почвоведению, притом Института уже заранее связанного определенными проблемами. При выборе академика-почвоведа мы обязаны это учитывать. Очевидно, то положение, что такой Институт входит в состав одной Комиссии, связан прямо с ней, а не с Академией, вообще неправильно. Но сейчас оно становится недопустимым.

Дело в том, что сейчас эта работа — работа, сосредоточенная в нашей Академии — чрезвычайно расширяется, она расширяется жизнью. Мы не можем отложить ее до другого времени — мы должны считаться с совершающимся фактом и с налагаемой, помимо нашей воли, на нас исторической ответственностью.

В почвенной карте, как она сейчас складывается, чрезвычайно отразились мысль и искание Н.М.Сибирцева, идеи которого — о зональности почв и географической почвенной карте сейчас же понял и выдвинул и его учитель В.В.Докучаев, и его младший товарищ, заместитель его на кафедре в Новой Александрии — Пулавах, К.Д.Глинка. Н.М.Сибирцев — первый выдвинул идею о точной научной почвенной карте нашей планеты. Он умер, но его искание и

начинание нашло продолжателя, придавшего ему жизненную форму. Им был К.Д.Глинка. Смерть Докучаева и Сибирцева — они ушли один за другим через год — казалось, грозила остановить так брошенное дело, как это не раз наблюдалось в истории науки. Тем более это могло быть, что и попытка Сибирцева и стремления Глинки встречали в то время — и даже позже — в ученой среде суровую и несправедливую критику. Но энергия Глинки, внесшего это стремление в свой большой курс почвоведения, единственный и своеобразный в научной литературе, выходящий 3–м русским изданием, и в английском переводе, и вышедший в немецком, вынесла идею Сибирцева в жизнь.

Сейчас она получает осуществление. Карта нашей страны — в ее грандиозном осуществлении делает дело. В значительной мере благодаря К.Д.Глинке идеи Докучаева и Сибирцева проникли за пределы нашей страны — вначале в Венгрию и Румынию. В последней, идейный последователь Докучаева и Глинки и одновременно ученик другого талантливого рано умершего ученика Докучаева, сильно от него отошедшего, но во многом правого, профессора Набокиха[1], скончавшегося в цвете лет — талантливый румынский ученый — тоже умерший в цвете сил Мургочи[2] — применил эти русские достижения в чужой нам стране, на деле доказав их правильность.

Сейчас в принципе принята организационным Комитетом Вашингтонской почвенной всемирной конференции — при энергичном участии К.Д.Глинки — та основа, на которой построены наши карты — как основа карты всемирной и всемирной коллективной работы. В Вашингтоне окончательно это будет осуществлено и введено в жизнь — через 20 слишком лет после того, как эта идея зародилась в нашей ученой среде. Сейчас ясно, что применение выработанной у

[1]Александр Игнатьевич Набоких (1874—1920) — русский ученый, доктор агрономии, профессор кафедры почвоведения Новороссийского университета.

[2]Георгиу Мургочи (1872 — 1925) — румынский почвовед. Руководитель почвенного отдела Геологического комитета Румынии, первый председатель комиссии географии почв Международного общества почвоведов. Разрабатывал основные вопросы географии и классификации почв Румынии, установил связи почв с факторами почвообразования.

нас методики должно дать в применении к таким континентам, как Америка и особенно Африка, новые — раньше неожиданные результаты. Здесь возникают новые проблемы, требующие для своего разрешения создания почвенной карты.

Несомненно и неизбежно работа над почвенной картой мира должна сказаться на структуре Докучаевского Почвенного Института нашей Академии, и Академия не может с этим не считаться при выборе в свою среду академика-почвоведа.

Я не думаю, чтобы кто-нибудь мог выполнить эту лежащую на нашей Академии обязанность лучше, чем К.Д.Глинка.

Записка об ученых трудах профессора Ф.Ю.Левинсон–Лессинга[1]

Заслуженный профессор Политехнического Института, доктор минералогии и геогнозии Франц Юльевич Левинсон–Лессинг родился в Петербурге в 1861 году. Среднее образование получил в 3–ей гимназии, высшее — на Физико–Математическом факультете бывшего Петербургского Университета, который окончил в 1883 году с золотой медалью и степенью кандидата, и был оставлен при Университете для приготовления к профессорскому званию. В 1888 году защитил диссертацию на степень магистра, а в 1898 г. — на степень доктора минералогии и геогнозии. С 1889 г. читал лекции в качестве приват-доцента в бывш. Петербургском Университете; с 1902 года состоял профессором Юрьевского Университета и в течение 6 лет — также деканом Физико–Математического факультета. В 1902 году с открытием Политехнического Института Ф.Ю.Левинсон–Лессинг занял в нем кафедру минералогии и геологии, причем создал школу крупных петрографов, занимающих, сейчас видимое место в науке.

Второе Ленинградское высшее учебное заведение, в стенах которого весьма долгое время протекала научно–педагогическая дея-

[1]Франц Юльевич Левинсон–Лессинг (1861—1939) — русский и советский учёный-петрограф, академик АН СССР (1925).

тельность Ф.Ю.Левинсон–Лессинга, — это Бестужевские Высшие Женские Курсы. Избранный в 1902 году на кафедру геологии этих курсов, он оставался их профессором вплоть до 1920 года, когда произошло их слияние с Петроградским Университетом. Также как и в Политехническом Институте, Левинсон–Лессинг основал здесь геологический кабинет, питал лекции и руководил научными семинариями и научной работой учащихся.

В Университете Левинсон–Лессинг с 1902 по 1910 г. был приват-доцентом по петрографии. Геологию он начал читать здесь с 1920 г., со времени вышеупомянутого слияния с Университетом Бестужевских Курсов. В 1921 году, после смерти своего учителя профессора Иностранцева, Ф.Ю.Левиисон–Лессинг наследовал его кафедру и заведывание геологическим кабинетом Университета.

Некоторое время Левинсон–Лессинг читал лекции на Высших Естественнонаучных Курсах Лохвицкой–Скалон[1], а также в Педагогической Академии, в Лесном Институте (1920—1922 гг.) и во Втором Педагогическом Институте.

С 1914 по 1917 г. Левинсон–Лессинг состоял членом Инженерного Совета Министерства Путей Сообщения.

В 1915 г. по поручению Инженерного Совета руководил геологическими исследованиями по линии Семиреченской железной дороги и давал заключение о возможности проведения железнодорожного тоннеля на участке Пишпек — Верный.

Другие выполненные Левинсон-Лессингом ответственные поручения Инженерного Совета:

1. экспертиза по вопросу о сооружении тоннеля у Батраков в обход части железнодорожного пути между Сызранью и Батраками (совместно с Архангельским и А.П.Павловым[2]);

2. экспертиза по вопросу об устройстве тоннеля у Нижнего Новгорода (совместно с А.П.Па вловым и Черновым);

---

[1]Мария Александровна Лохвицкая (1869—1905) — литератор. Сестра писательницы Н.А.Тэффи. Закончила Московское Александровское училище (впоследствии интернат) в 1888. Учредительница Высших естественнонаучные курсов для учителей–галичан.

[2]Алексей Петрович Павлов (19.11.1854, Москва, Российская империя — 9.09.1929, Бад–Тёльц, Германия) — советский геолог и палеонтолог, академик.

3. экспертиза по вопросу о железнодорожном тоннеле в г. Екатеринославе (совместно с Л.Ивановым и А.Фаасом);

4. отзывы о Черноморских оползнях и др.

В 1915—1917 гг. Левиисон–Лессинг по предложению «Особой Комиссии по составлению проекта постройки железнодорожного моста через Волгу у Саратова» руководил геологическими и буровыми работами для выяснения вопроса о возможности проведения железнодорожной линии по правому берегу Глебычева оврага и сооружения вышеозначенного моста через Волгу.

В 1920—1922 гг. Левинсон–Лессинг возглавлял геологическую часть Отдела Исследований Свирского Строительства.

Когда в конце 1917 г. произведено было расширение основанной академиком В.И.Вернадским Комиссии по изучению Естественных Производительных Сил России при Академии Наук, и образования ряда новых Отделов Комиссии, Левинсон–Лессингу предложено было председательствование в Отделе Каменных Строительных Материалов. Одновременно он был избран председателем Почвенного Отдела Комиссии. В обоих Отделах он председательствовал одновременно. Точно также он был и председателем существовавшего некоторое время Платинового Отдела Комиссии.

В 1919 г. Левинсон–Лессинг избирается в петрографы Геологического Комитета. В Комитете под его руководством подготовлено к печати «Собрание химических анализов русских горных пород» и также русское издание его известного петрографического лексикона.

Профессор Левинсон–Лессинг принадлежит к числу наиболее деятельных, неустанно работающих ученых. Со студенческой скамьи его исследования непрерывно развивались в течение 40 лет. К 1884 г. относится начало самостоятельной научной работы Франца Юльевича. Но уже в 1883 г. в Докучаевском «Русском Черноземе» было опубликовано несколько произведенных им определений гумуса и воды в почвах из Нижегородской губернии. Прилагаемый длинный список его сочинений, заканчивающийся его исследованиями, опубликованными в текущем году, свидетельствует об энергичной работе, направленной на различные области геолого–минералогиче-

ских наук: на стратиграфию и геологию динамическую, на почвоведение, палеонтологию, прикладную геологию, кристаллографию, минералогию и петрографию, но с особенным увлечением Левинсон-Лессинг разрабатывает вопросы последней науки, которой посвящено и большинство его трудов. Здесь он является не только наблюдателем горных пород на месте и исследователем их в лабораториях и кабинете при помощи различных методов, но и экспериментатором и теоретиком, стремящимся выяснить основные задачи этой науки, лишь в последние годы получающей более определенную основу. Развитие ее находится в зависимости от успехов физической химии и замедляется трудно достижимыми условиями экспериментальных исследований над образующим горные породы материалом, при высоких температурах и большом давлении, в присутствии газов, вероятно, часто находившихся в магмах, но обычно не уцелевших при их раскристаллизации и пр. Тем с большим вниманием следует отнестись к идеям и опытам, хотя бы и не решающим вопросов коренным образом, что, вероятно, в настоящее время и невозможно, но проливающим свет на эти вопросы и дающим направление новым исследованиям. «Синтектически-ликвационная» гипотеза дифференциации Левинсон–Лессинга разделяется, по–видимому, и выдающимися учеными, как например, известным американским исследователем Дэли.

На одно из первых мест по значению следует поставить полевые исследования Левинсон–Лессинга и тщательную обработку собранного при этом фактического материала. Наблюдения эти производились им в разнообразных частях России: в Олонецкой, Нижегородской и Полтавской губерниях, в Северном и Среднем Урале, в Губерлинских горах, в Мугоджарах и Киргизских степях, в Крыму, на Кавказе и в Закавказье Детальное расчленение дацитовых и андезитовых лав Центрального Кавказа и лакколитовый характер его самостоятельных гранитных массивов, расчленение при работах в Северном Урале габбро–дунито–пироксенитовой формации, особый тип вулканических образований, названный Левинсон–Лессингом экструзивными массивами, установление новых типов изверженных

пород и пр. и пр. — все это представляет результат упомянутых наблюдений и их обработки.

Уже при первых своих крупных петрографических работах Левинсон–Лессинг встретился с затруднениями, какие представляли принятые тогда классификации горных пород. После усиленного внимания к химическому составу пород, каким, благодаря работам Бунзена[1], Дюроше, Рота, Шеерера и др., ознаменовались 1850—1860 гг., интерес к химическому исследованию пород ослабел, уступив место микроскопическому анализу, в короткое время обогатившему науку огромным новым фактическим материалом, и лишь Розенбуш[2] в Германии и Левинсон–Лессинг в России одновременно, в 1890 г., указали на преобладающее, по их мнению, значение химического состава для группировки изверженных пород — взгляд, наиболее распространенный и по настоящее время. Левинсон–Лессинг составил собственную химическую классификацию упомянутых пород, принятую многими русскими петрографами и нашедшую последователей и за пределами России.

В области экспериментальной петрографии и минералогии нельзя не указать на работы Левинсон–Лессинга и его учеников (по его указаниям и под непосредственным его руководством) над искусственным получением силикатов, над плавкостью их систем. Исследования коснулись также сульфидов, сульфатов и некоторых других минералов. Весьма интересны опыты перекристаллизования горных пород в твердом состоянии и пр.

Профессорская деятельность Левинсон–Лессинга также должна быть особенно отмечена. Обладая большой эрудицией и владея свободной речью на нескольких языках, он является талантливым преподавателем и деятельным участником различных научных и прикладных совещаний и работ как в России,, где он неоднократно привлекался к работам по нашим крупным правительственным предприятиям (Перевальные железные дороги через Кавказский хребет,

[1]Роберт Вильгельм Бунзен (31.03.1811, Гёттинген — 16.08.1899, Гейдельберг) — немецкий химик-экспериментатор.

[2]Карл Генрих Фердинанд Розенбуш (24.06.1836 — 20.01.1914) — немецкий геолог.

Архотский тоннель и пр.), так и за границей, где имя Левинсон–Лессинга пользуется весьма большой известностью. Левинсон–Лессинг состоял действительным и почетным членом многих русских и иностранных обществ: Geological Society в Лондоне, (поч. чл.), Societe Belge de Geologie, de Paleontologie et d'Hydrogie в Брюсселе (поч. чл.) и пр. Только при его начитанности можно было единолично составить на общую пользу петрографический лексикон, изданный первоначально в Юрьеве, а затем по постановлению Международного Геологического Конгресса 1900 г., опубликованный на французском языке в Париже.

ЧАСТЬ I

БИОСФЕРА И НООСФЕРА

ОТ АВТОРА

Среди огромной геологической литературы отсутствует связный очерк биосферы, рассматриваемой как единое целое, как закономерное проявление механизма планеты, ее верхней области — земной коры.

Сама закономерность ее существования обычно оставляется без внимания. Жизнь рассматривается, как случайное явление на Земле, а в связи с этим исчезает из нашего научного кругозора на каждом шагу проявляющееся влияние живого на ход земных процессов, неслучайное развитие жизни на Земле и не случайное образование на поверхности планеты, на ее границе с космической средой, особой охваченной жизнью оболочки — биосферы.

Такое состояние геологических знаний теснейшим образом связано с своеобразным, исторически сложившимся представлением о геологических явлениях как о совокупности проявления мелких причин, клубка случайностей. Из научного сознания исчезает представление о геологических явлениях как о явлениях планетных, свойственных в своих законностях не только одной нашей Земле, и о строении Земли как о согласованном в своих частях механизме, изучение частностей которого должно идти в теснейшей связи с представлением о нем как о целом.

В общем в геологии, в явлениях, связанных с жизнью, изучаются частности. Изучение отвечающего им механизма не ставится как задача научного исследования. И когда она не ставится и ее существование не сознается, исследователь неизбежно проходит мимо ее проявлений, окружающих нас на каждому шагу.

В этих очерках автор попытался иначе посмотреть на геологическое значение явлений жизни. Он не делает никаких гипотез. Он пытается стоять на прочной и незыблемой почве — на эмпирических обобщениях. Он, основываясь на точных и бесспорных фактах, пытается описать геологическое проявление жизни, дать картину совершающегося вокруг нас планетного процесса.

При этом, однако, он оставил в стороне три предвзятых идеи, исторически выясненное проникновение которых в геологическую мысль кажется ему противоречащим существующим в науке эмпирическим обобщениям, этим основным достижениям естествоиспытателя.

Одна из них — это указанная выше идея о геологических явлениях как о случайных совпадениях причин, или слепых по самому существу своему, или кажущихся такими по их сложности и множественности, не разложимых в данную эпоху научной мыслью.

Это обычное в науке предвзятое представление только отчасти связано с определенным философско–религиозным миропониманием; главным образом оно является следствием не полного логического анализа основ эмпирического знания.

Другие распространенные в геологической работе предвзятые идеи кажутся автору всецело связанными с чуждыми эмпирической основе науки, вошедшими в нее извне построениями. С одной стороны, принимается логически неизбежным существование начала жизни, ее возникновение в ту или в другую стадию геологического прошлого Земли. Эти идеи вошли в науку из религиозно–философских исканий. С другой стороны, считается логически непреложным отражение в геологических явлениях до геологических стадий развития планеты, имевшей облик, резко отличный от того, какой подлежит нашему научному исследованию. В частности, считается непреложным былое существование огненно-жидкой или горячей газообразной стадии Земли. Эти представления вошли в геологию из области философских, в частности космогонических, интуиций и исканий. Автор считает логическую обязательность следствий из этих идей иллюзией и принятие во внимание этих следствий в текущей геологической работе в данный момент развития геологии вредным, тормозящим и ограничивающим научную работу обстоятельством.

Не предрешая существования механизма планеты, согласованного в единое целое бытия ее частей — он пытается, однако охватить с этой точки зрения имеющуюся эмпирически научно установленную совокупность фактов и видит, что при таком охвате геологическое отражение жизни вполне отвечает такому представлению. Ему кажется, что существование планетного механизма, в который входит, как определенная составная часть, жизнь, и в частности область ее проявления — биосфера, отвечает всему имеющемуся эмпирическому материалу, неизбежно вытекает из его научного анализа.

Не считая логически обязательным допущение начала жизни и отражения в геологических явлениях космических стадий планеты, в частности существования для нее когда–то огненно–жидкого или газообразного состояния, автор выбрасывает их из своего круга зрения. И он, не находя никакого следа их проявления в доступном изучению эмпирическом материале, полагает возможным поэтому считать эти представления ненужными надстройками, чуждыми имеющимся крупным и прочным эмпирическим обобщениям. В дальнейшем анализе этих обобщений и связанном с ними теоретическом синтезе следует оставить в стороне эти, в них не находящие опоры, философские и космогонические гипотезы. Надо искать новые.

Печатаемые два очерка — «Биосфера в космосе» и «Область жизни» — независимы друг от друга, но тесно связаны между собой указанной выше общей точкой зрения. Необходимость их обработки выявилась для автора во время работы над явлениями жизни в биосфере, которую он ведет неуклонно с 1917 года.

В связи с этой работой автор подошел еще к трем очеркам — «Живое вещество», «Строение живого вещества», «Живое вещество в геохимической истории системы элементов», окончательно обработать которые для печати он сейчас не имеет времени. Он надеется их издать дополнительно.

В.И.Вернадский

Прага. Февраль 1926.

Очерк первый
БИОСФЕРА В КОСМОСЕ

Невозмутимый строй во всем,
Созвучье полное в природе.
Ф.Тютчев[1]. 1865

БИОСФЕРА В МИРОВОЙ СРЕДЕ

1. Своеобразным, единственным в своем роде, отличным и неповторяемым в других небесных телах представляется нам лик Земли — ее изображение в космосе, вырисовывающееся извне, со стороны, из дали бесконечных небесных пространств.

В лике Земли выявляется поверхность нашей планеты, ее биосфера, ее наружная область, отграничивающая ее от космической среды. Лик Земли становится видным благодаря проникающим в него световым излучениям небесных светил, главным образом Солнца. Он собирает всюду из небесных пространств бесконечное число различных излучений, из которых видные нам световые являются ничтожной частью.

Из невидимых излучений нам известны пока немногие. Мы едва начинаем сознавать их разнообразие, понимать отрывочность и неполноту наших представлений об окружающем и проникающем нас в биосфере мире излучений, об их основном, с трудом постижимом уму, привыкшему к иным картинам мироздания, значении в окружающих нас процессах.

---

[1]Фёдор Иванович Тютчев (23.11.1803, Овстуг, Орловская губерния — 15.07.1873, Царское Село) — русский поэт, дипломат, консервативный публицист, член-корреспондент Петербургской АН с 1857 г.

Излучениями нематериальной среды охвачена не только биосфера, но все доступное, все мыслимое пространство. Кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, совпадая, сталкиваясь, идут излучения разной длины волны — от волн, длина которых исчисляется десятимиллионными долями миллиметра, до длинных, измеряемых километрами.

Все пространство ими заполнено. Нам трудно, может быть и невозможно, образно представить себе эту среду, космическую среду мира, в которой мы живем и в которой — в одном и том же месте и в одно и то же время — мы различаем и измеряем — по мере улучшения наших приемов исследования — все новые и новые излучения.

Их вечная смена и непрерывное заполнение ими пространства резко отличают лишенную материи космическую среду от идеального пространства геометрии.

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. Но наряду с ними, в том же космическом пространстве, часто со скоростью того же порядка, идет иное излучение быстро переносящихся отдельных мельчайших частиц, наиболее изученными из которых — помимо материальных — являются электроны, атомы электричества, составные части элементов материи — атомов.

Это две стороны одного и того же явления, между ними есть переходы. Передача состояний есть проявление движения совокупностей, будут ли то кванты, электроны, магнетоны, разряды. Движение отдельных их элементов связано с совокупностями; сами они могут оставаться на месте.

Излучение частиц есть проявление переноса отдельных элементов совокупностей. Эти частицы, так же как и излучения, связанные с передачей состояний, могут проходить через строящие мир материальные тела. Они могут являться столь же резкими источниками изменения явлений, наблюдаемых в среде, в которую они попадают, как являются ими формы энергии.

2. Сейчас мы далеки от сколько-нибудь удовлетворительного их познания и можем — в области геохимических явлений биосферы — пока не принимать во внимание излучения частиц.

Но мы должны на каждом шагу считаться во всех наших построениях с теми излучениями передачи состояний, которые являются для нас формами энергии. В зависимости от формы излучений, в частности, например, от длины их волн, они будут нам проявляться как свет, теплота, электричество — будут различным образом менять материальную среду, нашу планету и тела, ее составляющие.

Исходя из изучения длины волн, можно различить огромную область таких излучений. Она охватывает сейчас около 40 октав. Мы можем получить ясное представление об этом числе, вспомнив, что одной октавой является видимая часть солнечного спектра.

Мы явно не дошли в этой форме до полного охвата мира, до познания всех октав. Все дальше и дальше расширяется область излучений с ходом научного творчества... Но в наши научные представления о космосе, в наши обычные построения мира входят немногие даже из тех сорока октав, существование которых является несомненным.

Космические излучения, принимаемые нашей планетой, строящие, как увидим, ее биосферу — лежат только в пределах четырех 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.

3. Космические излучения вечно и непрерывно льют на лик Земли мощный поток сил, придающий совершенно особый, новый характер частям планеты, граничащим с космическим пространством. Благодаря космическим излучениям биосфёра получает во всем сво-

ем строении новые, необычные и неизвестные для земного вещества свойства, и отражающий ее в космической среде лик Земли выявляет в этой среде новую, измененную космическими силами картину земной поверхности.

Вещество биосферы благодаря ним проникнуто энергией; оно становится активным, собирает и распределяет в биосфере полученную в форме излучений энергию, превращает ее, в конце концов, в энергию в земной среде свободную, способную производить работу.

Образованная им земная поверхностная оболочка не может, таким образом, рассматриваться, как область только вещества; это область энергии, источник изменения планеты внешними космическими силами.

Лик Земли ими меняется, ими в значительной мере лепится. Он не есть только отражение нашей планеты, проявление ее вещества и ее энергии — он одновременно является и созданием внешних сил космоса.

Благодаря этому история биосферы резко отлична от истории других частей планеты, и ее значение в планетном механизме совершенно исключительное.

Она в такой же, если не в большей, степени есть создание Солнца, как и выявление процессов Земли. Древние интуиции великих религиозных созданий человечества о тварях Земли, в частности о людях — как детях Солнца, гораздо ближе к истине, чем думают те, которые видят в тварях Земли только эфемерные создания слепых и случайных изменений земного вещества, земных сил.

Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайности.

4. К тому же самому выводу приводят нас резко меняющиеся за последние годы наши представления о веществе, из которого построена биосфера.

Исходя из них, для нас является неизбежным видеть в нем проявление космического механизма.

Это отнюдь не является следствием того, что часть вещества биосферы — может быть, большая — неземного происхождения, попадает на нашу планету извне, из космических пространств. Ибо это приходящее извне вещество — космическая пыль и метеориты — неотличимо в своем внутреннем строении от земного.

Многое нам еще непонятно и неясно в неожиданном характере его строения, нам сейчас открывающегося. Еще мы не достигли определенного и полного о нем представления; однако совершающиеся изменения наших представлений о нем так велики и настолько меняют все наше понимание геологических явлений, что на них необходимо остановиться, прежде всего, при первом нашем вступлении в эту область земных явлений.

Несомненно, одинаковость строения достигающего до нас космического вещества со строением вещества Земли не ограничивается биосферой — тонкой наружной пленкой планеты. Оно то же для всей земной коры, для оболочки литосферы мощностью в 60—100 км, верхнею частью которой является неразрывно и постепенно с нею сливающаяся биосфера.

Нельзя сомневаться, что и вещество более глубоких частей планеты того же характера — хотя химический состав его иной и хотя, по–видимому, оно всегда чуждо земной коре. Поэтому его можно оставить без внимания при изучении явлений, наблюдаемых в биосфере. Вещество земных областей, лежащих ниже земной коры, едва ли проникает в нее в сколько–нибудь значительных количествах в короткие периоды времени.

5. Долгое время не возбуждало никакого сомнения представление, что химический состав земной коры обусловливается чисто геологическими причинами и является результатом взаимодействия многочисленных разнообразных, мелких и крупных геологических явлений.

Объяснение ему искали в совокупном действии тех самых геологических явлений, которые мы наблюдаем и сейчас в окружающей нас среде — в химическом и в растворяющем действии вод, атмосферы, организмов, вулканических извержений и т.п. Земная кора,

казалось, получила современный свой химический состав — качественный и количественный — в результате взаимодействия одних и тех же геологических процессов в течение всего геологического времени и неизменных за этот период свойств химических элементов.

Такое объяснение представляло многочисленные трудности, и наряду с ним существовали еще более сложные представления об изменении во времени геологических явлений, вызвавших этот химический состав. В связи с этим стали видеть в этом составе отра-жение древних периодов истории Земли, не похожих на современный; стали считать земную кору за измененную окалину некогда расплавленной массы нашей планеты, образовавшуюся на земной поверхности в полном согласии с законами распределения химических элементов таких застывающих при понижении температуры расплавленных масс. Для объяснения преобладания в ней определенных относительно легких элементов обращались к еще более древним периодам земной истории, предшествовавшим образованию земной коры — к космическим периодам, — и считали, что в это время при образовании из туманности ее расплавленной массы, ближе к центру, скопились более тяжелые химические элементы.

Во всех этих представлениях состав земной коры связывался с геологическими явлениями. Элементы участвовали в них своими химическими свойствами, когда они могли давать химические соединения, своим атомным весом при высокой температуре, когда все соединения представлялись неустойчивыми.

6. Несомненно, что сейчас выясняются в химическом составе земной коры законности, которые в корне противоречат этим объяснениям.

И в то же время общая картина химического строения всех других небесных светил открывает перед нами такие их сложность, своеобразие и закономерность, которые раньше не могли даже подозреваться.

В составе нашей планеты — и земной коры, в частности — открываются указания на явления, далеко выходящие за ее пределы. Мы не можем их понять, если не отойдем от области земных, даже

планетных явлений, не обратимся к строению всей космической материи, к ее атомам, к их изменению в космических процессах. В этой области быстро накапливаются разнообразные указания, едва охваченные теоретической мыслью. Их значение только начинает сознаваться. Они не всегда могут быть ясно и определенно формулированы, и выводы из них обычно не делаются.

Но огромное значение этих явлений не должно забываться. Эти новые факты должны теперь же учитываться в их неожиданных следствиях. Три области явлений могут быть уже теперь отмечены: 1) особое положение элементов земной коры в периодической системе, 2) их сложность и 3) неравномерность их распространения.

Так, в массе земной коры резко преобладают химические элементы, отвечающие четным атомным числам (Оддо, 1914). Объяснить это явление геологическими причинами, известными нам, мы не можем. К тому же немедленно выяснилось, что то же самое явление выражено еще более резко для единственных, чуждых Земле космических тел, доступных непосредственному научному изучению — для метеоритов (Гаркинс[1], 1917).

Область других фактов является, может быть, еще более непонятной. Попытки объяснить их геологическими причинами (Д.Томсон[2], 1921) противоречат известным в этой области явлениям. Нам непонятна неизменная сложность земных химических элементов, определенные постоянные соотношения между количеством изотопов, в них входящих. И здесь изучение изотопов в химических элементах метеоритов указало на тождественность смесей в этих явно различных по своей истории и положению в космосе тел.

Явной стала и невозможность объяснить определенный состав земной коры — и нашей планеты — различным атомным весом элементов, в нее входящих. Не геологические, а какие–то другие причины должны объяснять различие состава земной коры и земного ядра; не может быть случайным выявляющееся сходство между составом метеоритов и более глубоких слоев нашей планеты. Причину преоб-

[1] Вильям Гаркинс (1873—1931) — американский химик.

[2] Сэр Джозеф Джон Томсон (18.12.1856 — 30.08.1940) — английский физик, открывший электрон, лауреат Нобелевской премии по физике 1906 года.

ладания относительно легких элементов, но в том числе и довольно тяжелого железа, в земной коре следует искать не в геологических или геохимических явлениях, не в земной только истории.

Она лежит глубже — она связана с историей космоса, может быть со строением химических элементов.

Новое неожиданное подтверждение этого вывода получается сейчас в выясняющемся сходстве состава наружных частей Земли (т.е. земной коры), Солнца и звезд. Еще в 1914 г. Рассел[1] указал на сходство состава земной коры с составом Солнца (т.е. наружных его слоев, которые мы изучаем). Еще резче эти соотношения выступают в новых работах над спектрами звезд. Так, работы Ц.Пайн (1925) дают следующий ход — в порядке убывания — распространенности химических элементов: Si—Na—Mg— A1—C—Ca—Fe (> 1 % — первая декада); 2п—T1—Mn—Cr—K (0,1 — 1 % — вторая декада). Здесь выявляется перед нами ясная аналогия с тем же порядком следования химических элементов земной коры: O—Si —A1—Fe—Ca—Na—K—Mg.

Эти работы — первые достижения в новой и большой области явлений. Несомненно, они еще требуют подтверждения и проверки, но мы не можем сейчас закрывать глаза и не считаться с тем, что первые полученные результаты резко подчеркивают сходство состава наружных оболочек небесных тел — Земли, Солнца, звезд.

Наружные части небесных светил связаны непосредственно с космической средой; они находятся путем излучений во взаимодействии друг с другом. Может быть, объяснение этого явления надо искать в обмене материей, который, по-видимому, происходит между этими телами и имеет место в космосе.

Иную картину являют, по–видимому, более глубокие части тел мироздания. Метеориты и внутренние массы Земли резко отличны по составу от известных нам наружных оболочек.

7. Так резко меняется наше представление о составе нашей планеты и, в частности, о составе земной коры и ее наружной оболочки — биосферы.

---

[1]Генри Норрис Рассел (1877—1957) — американский астроном.

Мы начинаем видеть в ней не единичное планетное или земное явление, а проявление строения атомов и их положения в космосе, их изменения в космической истории.

Если даже мы не умеем объяснить эти явления — мы вышли на верный путь искания, пришли в новую, иную область явлений, чем та, с которой так долго пытались связать химию Земли.

Мы знаем, где надо искать решения стоящей перед нами задачи и где искать ее безнадежно. Наше понимание наблюдаемого изменяется коренным образом.

В верхней поверхностной пленке нашей планеты, в биосфере, мы должны искать отражения не только случайных единичных геологических явлений, но и проявления строения космоса, связанного со строением и историей химических атомов.

Биосфера не может быть понята в явлениях, на ней происходящих, если будет упущена эта ее резко выступающая связь со строением всего космического механизма. И эту связь мы можем установить в бесчисленных нам известных других фактах ее истории.

БИОСФЕРА КАК ОБЛАСТЬ ПРЕВРАЩЕНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

8. По существу, биосфера может быть рассматриваема как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию — электрическую, химическую, механическую, тепловую и т.д.

Космические излучения, идущие от всех небесных тел, охватывают биосферу, проникают всю ее и все в ней.

Мы улавливаем и сознаем только ничтожную часть этих излучений, и среди них мы изучали почти исключительно излучения Солнца.

Но мы знаем, что существуют и падают на биосферу волны иных путей, идущие от отдаленнейших частей космоса. Так, звезды и туманности непрерывно шлют на нашу планету световые излучения.

Все говорит за то, что открытые В.Гессом[1] в верхних слоях атмосферы проникающие излучения возникают вне границ нашей солнечной системы. Их возникновение ищут в Млечном Пути, в туманностях, в звездах типа Мира Цети. Может быть, из Млечного Пути (В.Нернст[2]) происходят загадочные проникающие радиации, столь яркие в высоких слоях нашей атмосферы.

Их учет и их понимание — дело будущего. Но, несомненно, не они, а лучи Солнца обусловливают главные черты механизма биосферы. Изучение отражения на земных процессах солнечных излучений уже достаточно для получения первого, но точного и глубокого представления о биосфере как о земном и космическом механизме. Солнцем в корне переработан и изменен лик Земли, пронизана и охвачена биосфера. В значительной мере биосфера является проявлением его излучений; она составляет планетный механизм, превращающий их в новые разнообразные формы земной свободной энергии, которая в корне меняет историю и судьбу нашей планеты.

Для нас уже ясно огромное значение в биосфере коротких ультрафиолетовых волн солнечной радиации, длинных красных тепловых, и промежуточных лучей видимого светового спектра. В строении биосферы мы уже сейчас можем выделить ее части, играющие роль трансформаторов для этих трех различных систем солнечных колебаний.

Медленно и с трудом выявляется нашему уму механизм превращения солнечной энергии в биосфере в земные силы. Мы привыкли видеть другие черты в отвечающих ему явлениях; он скрыт для нас в бесконечном разнообразии красок, форм, движений природы — мы сами составляем его часть нашей жизнью. Века и тысячелетия прош-

---

[1]Виктор Франц Гесс (1883—1965) — австрийский физик.

[2]Герман Нернст Вальтер (25.06.1864—18.11.1941) — немецкий физико–химик и физик, который известен за свою теорию расчета химического сродства, закрепленных в третий закон термодинамики, за которую он получил в 1920 Нобелевскую премию по химии. Нернст помог создать современную области физической химии и способствовала электрохимии, термодинамики, химии твердого тела и фотохимии. Он также известен за разработку уравнения Нернста.

ли, пока человеческая мысль могла отметить черты единого связного механизма в кажущейся хаотической картине природы.

9. Превращение трех систем солнечных излияний в земную энергию происходит отчасти в одних и тех же участках биосферы, но местами в ней выделяются области, в которых резко преобладают превращения одного какого-нибудь рода. Природные тела — носители превращений — всегда резко различны для ультрафиолетовых, световых и тепловых солнечных волн.

Короткие ультрафиолетовые излучения в известной части своей целиком, в других — в значительной мере задерживаются в верхних разреженных частях газовой земной оболочки — в стратосфере и, может быть, в еще более высокой и более бедной атомами «свободной атмосфере».

Это «задерживание», «поглощение» связано с трансформацией лучевой энергии коротких волн. В этих областях под влиянием ультрафиолетовых излучений наблюдаются изменения электромагнитных полей, распадения молекул, разнообразные явления ионизации, новообразования газовых молекул новых химических соединений. Лучистая энергия частью превращается в разные формы электрических и магнитных проявлений, частью в связанные с ней молекулярные, атомные и своеобразные химические процессы разреженных газообразных состояний вещества.

Нашему взору эти области и эти тела являются в форме северных сияний, зарниц, зодиакального света, свечения небесного свода, который становится заметным лишь в темные ночи, но все же составляет значительную часть освещения ночного неба, в форме светящихся облаков и других разнообразных отражений стратосферы и внешних пределов планеты в картине нашего земного мира. Нашим инструментам этот таинственный мир явлений раскрывается в электрических, магнитных, радиоактивных, химических, спектроскопических отражениях в его непрерывном движении и в превышающем мысль разнообразии.

Эти явления не являются следствием изменения земной средой одних ультрафиолетовых лучей Солнца. Мы должны считаться здесь

со сложным процессом. Здесь «задерживаются», т.е. превращаются в новые явления — уже земные — все формы лучистой энергии Солнца за пределами тех 4,5 ее октав, которые попадают в биосферу. За эти пределы едва ли заходят и те мощные потоки частиц — электронов, которые непрерывно исходят из Солнца, или те материальные части — космическая пыль и газовые тела, — столь же непрерывно захватываемые земным притяжением и несущие Земле новые источники энергии.

Мало–помалу входит в общее сознание значение этих явлений в истории нашей планеты. Так, несомненной стала связь их с другой формой превращения космической энергии, с областью живого вещества. Короткие световые волны — 180—200 mμ — разрушают все живые организмы. Задерживая короткие волны нацело, стратосфера охраняет от них нижние слои земной поверхности — область жизни.

Чрезвычайно характерно, что главное поглощение этих лучей связано с озоном, образование которого обусловлено существованием свободного кислорода — продукта жизни.

Если значение превращения ультрафиолетовых лучей только начинает сознаваться, роль солнечной теплоты — главным образом инфракрасных излучений — была понята давно. Она обращает на себя главное внимание при изучении влияния Солнца на геологические и даже геохимические процессы. Ясна и бесспорна роль лучистой солнечной теплоты и для существования жизни. Несомненно, и превращение тепловой лучистой энергии Солнца в энергию механическую, молекулярную (испарение и т.п.), химическую.

Проявления таких превращений наблюдаются нами на каждом шагу и не требуют разъяснений; мы видим их в жизни организмов, в движении и деятельности ветров или морских течений, в морской волне и морском прибое, в разрушении скал и деятельности ледников, в движении и образовании рек и в колоссальной работе снежных и дождевых осадков...

Обычно менее сознается собирающая и распределяющая тепло роль жидких и газовых частей биосферы — переработка ею этим путем лучистой тепловой энергии Солнца. Атмосфера, океан, озера и

реки, дождевые и снеговые осадки являются тем аппаратом, который производит эту работу. Мировой океан благодаря совершенно особым, исключительным среди всех соединений тепловым свойствам воды может быть связанным с характером ее молекул, является регулятором тепла, огромная роль которого на каждом шагу сказывается в бесчисленных явлениях погоды и климата и в связанных с ними процессах жизни и выветривания. Быстро нагреваясь благодаря своей большой теплоемкости, океан медленно отдает собранное тепло благодаря характеру своей теплопроводности. Он превращает поглощенную лучистую теплоту в молекулярную энергию при испарении, в химическую — через проникающее его живое вещество, в механическую — в своих морских течениях и прибое. Того же направления и, пожалуй, сравнимого масштаба термическая роль рек, осадков, воздушных масс и их нагреваний и охлаждений.

Ультрафиолетовые и инфракрасные лучи Солнца влияют на химические процессы биосферы только косвенным путем. Не они являются главным источником их энергии. Химическая энергия биосферы — в ее действенной форме — выявляется из лучистой энергии Солнца совокупностью живых организмов Земли — ее живым веществом. Создавая фотосинтезом — солнечным лучом — бесконечное число новых в биосфере химических соединений — многие миллионы различных комбинаций атомов, оно непрерывно, с уму непостижимой быстротой покрывает ее мощной толщей молекулярных систем, чрезвычайно легко дающих новые соединения, богатые свободной энергией в термодинамическом поле биосферы, в нем неустойчивые и неуклонно переходящие в новые формы устойчивого равновесия.

Эта форма трансформаторов является совершенно особым механизмом по сравнению с телами Земли, в которых идет превращение в новые формы энергии коротких и длинных волн солнечной радиации. Мы объясняем превращение ультрафиолетовых лучей их воздействием на материю, на ее независимым от них путем полученные атомные системы; превращения же тепловых излучений связываем с созданными помимо их непосредственного влияния молекулярными

строениями. Но фотосинтез, как он наблюдается в биосфере, связан с особыми чрезвычайно сложными механизмами, создаваемыми им самим при условии одновременного проявления и превращения в окружающей среде ультрафиолетовых и за красных радиаций Солнца.

Создаваемые этим путем механизмы превращения энергии — живые организмы — представляют совершенно особого рода образования, резко отличные от всех атомных, ионных или молекулярных систем, которые строят материю земной коры вне биосферы и часть вещества биосферы.

Живые организмы составлены из структур того же рода, правда более сложных, как и те, которые строят косную материю. Однако по производимым ими изменениям в химических процессах биосферы они не могут быть рассматриваемы, как простые совокупности этих структур. Энергетический их характер, как он проявляется в их размножении, с геохимической точки зрения не сравним с инертными структурами, строящими и косную, и живую материю.

Механизм химического действия живого вещества нам неизвестен. По–видимому, однако, начинает выясняться, что с точки зрения энергетических явлений, в живом веществе фотосинтез происходит не только в особой химической среде, но и особом термодинамическом поле, отличном от термодинамического поля биосферы. После умирания организма соединения, устойчивые в термодинамическом поле живого вещества, попадая в термодинамическое поле биосферы, оказываются в нем неустойчивыми и являются в нем источником свободной энергии[1].

[1]Область явлений внутри организма (термодинамическое поле живого вещества) отличается, с точки зрения термодинамической и химической, от термодинамического поля биосферы.

10. По–видимому, такое понимание энергетических явлений жизни, поскольку оно выражается в геохимических процессах, правильно выражает наблюдаемые факты. Но утверждать это мы не можем, так как здесь мы встречаемся со своеобразным состоянием наших знаний в области биологических наук по сравнению с науками о косном веществе.

Мы уже видели, что и в последних оказалось необходимым оставить в стороне наши представления о биосфере и о составе земной коры, в течение долгих поколений казавшиеся правильными, отбросить долго царившие объяснения чисто геологического характера. То, что казалось логически и научно неизбежным, в конце концов, оказалось иллюзией, и явление предстает нам в таких формах, которые никем не ожидались.

Положение в области изучения жизни еще более трудное, так как едва ли есть область естествознания, которая бы в самых основных своих понятиях была так проникнута чуждыми по своему генезису науке философскими и религиозными построениями. В наших представлениях о живом организме на каждом шагу чрезвычайно сказываются философские и религиозные искания и достижения. В течение веков на все суждения даже точных натуралистов в этой области накладывались эти часто чуждые науке по своей сущности, но не менее драгоценные и глубокие охваты космоса человеческим сознанием. И они привели к огромной трудности сохранить в этой области явлений одинаковый с другими научный подход к их изучению.

11. Отражением таких философских и религиозных идей, а не выводом из научных фактов являются и оба господствующих представления о жизни: виталистическое и механистическое.

Оба оказывают в изучении явлений жизни тормозящее влияние, запутывают эмпирические обобщения.

Первые вносят в явления жизни такие объяснения, которые стоят вне того мира моделей, в форме которых мы представляем в научных обобщениях космос. Вследствие такого характера этих представле-

ний они в научной области лишены творческого значения, являются бесплодными. Не менее гибельны представления механистического характера, видящие в живых организмах одну игру физико-химических сил. Они ограничивают область научного искания и заранее предрешают его результат; вносят в научную область угадку, затемняют научное понимание. Конечно, если бы угадка была удачна — научная обработка быстро сгладила бы все шероховатости. Но угадка оказалась слишком тесно связанной с абстрактными философскими построениями, чуждыми научно изучаемой реальности, приводящими к чрезвычайно упрощенным представлениям о жизни, уничтожающим сознание сложности явлений. До сих пор — в течение столетий — эта угадка ни на шаг не подвинула понимание жизни.

Правильным является, поэтому стремление, все более и более преобладающее в научных исканиях, оставить в стороне оба типа объяснений жизни, подходить к изучению ее явлений чисто эмпирически, считаться с невозможностью дать ей «объяснение», т.е. дать ей место в нашем абстрактном космосе, научно построенном из моделей — гипотез.

Сейчас к явлениям жизни можно подходить с залогом успеха только эмпирически, не считаясь с гипотезами. Только такой подход откроет в них новые черты, которые или расширят область физико-химических сил, нам до сих пор научно известных, или же введут новый принцип или аксиому в науку, новое недоказуемое и целиком не выводимое из известных аксиом и принципов понятие — наряду с теми, которые строят наш научный мир материи и энергии. Тогда окажется возможным, внеся гипотезы, связать эти явления с нашими построениями космоса, подобно тому, как открытие явлений радиоактивности связало с ними мир атомов.

12. Живой организм биосферы сейчас эмпирически должен изучаться как особое, целиком не сводимое на известные физико-химические системы тело. Может ли он быть всецело на них сведен когда-нибудь — наука сейчас решить не может. Несомненно, это представляется возможным. Но в нашем эмпирическом изучении явлений природы мы не можем забывать и другой возможности, того,

что сама эта многими ставившаяся в науке задача может оказаться столь же иллюзорной, какой оказалась проблема квадратуры круга. В области биологии мы не раз подходим к аналогичным сомнениям.

Еще более, чем в биологии, необходимо стоять на эмпирической почве — вне механистических и виталистических представлений — в науках геологических.

В одной из них — в геохимии — на каждом шагу приходится сталкиваться с явлениями жизни. Здесь организмы в виде своих совокупностей — живых веществ — являются одним из главных действующих факторов.

Живое вещество придает биосфере совершенно необычайный и для нас пока единственный в мироздании облик. Помимо нашей воли мы не можем не различать в ней два типа вещества — косное и живое, — влияющие друг на друга, но в некоторых основных чертах своей геологической истории, разделенные непроходимой пропастью. Никогда не возникает никаких сомнений в принадлежности этих двух разных типов вещества биосферы к разным необъединимым категориям явлений.

Их основное различие, в чем бы оно ни заключалось, есть не только эмпирический факт, но одно из важнейших эмпирических обобщений естествознания.

Значение этого обобщения и вообще значение эмпирических обобщений в науке часто упускается из виду, и под влиянием рутины и философских построений эмпирические обобщения отождествляются с научными гипотезами.

Имея дело с явлениями жизни особенно необходимо избегать такой укоренившейся вредной привычки.

13. Между эмпирическими обобщениями и научными гипотезами существуют огромные различия, и точность их выводов далеко не одинакова.

В обоих случаях — и при эмпирических обобщениях, и при гипотезах — мы пользуемся дедукцией для вывода следствий, проверяемых путем изучения реальных явлений. В такой науке исторического характера, какой является геология, эта проверка производится научным наблюдением.

Но различие заключается в том, что 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.

Но затем часто наступает момент, когда оно вдруг начинает освещаться новым светом, становится областью создания гипотез, начинает менять наши схемы мироздания и само меняться. Очень часто тогда оказывается, что в эмпирическом обобщении мы имели не то, что думали, или в действительности имели много больше, чем думали.

Типичным примером такой истории эмпирического обобщения может служить одно из величайших эмпирических обобщений — периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева[1] и то изменение, которое внесено в нее открытием Г.Мозли[2].

---

[1]Дмитрий Иванович Менделеев (27.01.1834, Тобольск — 20.01.1907, С.–Петербург) — русский учёный–энциклопедист, общественный деятель. Химик, физикохимик, физик, метролог, экономист, технолог, геолог, метеоролог, педагог, воздухоплаватель, приборостроитель. Профессор Санкт–Петербургского университета. Среди наиболее известных открытий — периодический закон химических элементов, один из фундаментальных законов мироздания, неотъемлемый для всего естествознания.

[2]Генри Гвин Джефрис Мозли (23.11.1887, Уэймут, Англия — 10.08.1915, Галлиполийский п–ов) — английский физик, один из основоположников рентгеновской спектроскопии.

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, и потому — для необходимой прочности — она неизбежно должна связываться по возможности со всеми господствующими теоретическими построениями о природе, им не противоречить.

Таким образом, эмпирическое обобщение, раз оно точно выведено из фактов, не требует проверки.

Оно может существовать и быть положено в основу научной работы, даже если оно является непонятным и противоречит господствующим теориям и представлениям.

Только такие эмпирические обобщения, основанные на всей совокупности известных фактов, а не гипотезы и теории, положены мною в основу дальнейшего изложения. Это следующие положения.

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

Никогда в течение всего геологического времени не наблюдались азойные (т.е. лишенные жизни) геологические эпохи.

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.

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, т.е. в общем, наблюдался тот же средний химический состав живого вещества и земной коры, какой мы и ныне наблюдаем.

Из неизменности процессов выветривания вытекает и неизменность количества атомов, захваченных жизнью, т.е. не было больших изменений в количестве живого вещества[1].

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.

14. Из принятия в основу наших суждений этих эмпирических обобщений неизбежно вытекает положение, что ряд проблем, которые ставятся в науке — главным образом в философских ее обработках, — исчезает из круга нашего рассмотрения, т.к. они не вытекают из эмпирических обобщений и не могут быть построены без гипотетических предположений. Так должны оставаться без рассмотрения вопросы о начале жизни на Земле, если оно было; все космогонические представления о прошлом безжизненном состоянии Земли, о существовании абиогенеза в гипотетические космические периоды земной истории.

Эти вопросы — начало жизни, абиогенез, существование в истории земной коры безжизненных периодов — так тесно связаны с господствующими научно-философскими построениями, глубоко проникнутыми космогоническими гипотезами, что кажутся многим логически неизбежными.

Однако изучение истории науки показывает, что эти вопросы вошли в науку извне, зародились вне ее — в религиозных или философских исканиях человечества. И это ясно может быть установлено при сравнении их с эмпирической, строящей науку областью точно установленных научных фактов.

Все нам известные точно установленные факты ни в чем не изменятся, если даже все эти проблемы получат отрицательное решение, т.е. если бы мы признали, что жизнь всегда была и не имела начала, что живое — живой организм — никогда и нигде не происходил из косной материи, и что в истории Земли не было вообще геологических эпох, лишенных жизни.

---

[1][Есть только признаки небольших колебаний около некоторого среднего. – Прим. Ред.]

Придется только вместо господствующих космогонических гипотез построить новые, применить к некоторым из оставленных научной мыслью в стороне философских или религиозных построений иную, чем теперь, математическую или научную обработку, как это и было сделано для других философских и религиозных созданий при выработке современных научных космогоний.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО В БИОСФЕРЕ

15. Биосфера — единственная область земной коры, занятая жизнью. Только в ней, в тонком наружном слое нашей планеты жизнь сосредоточена; в ней находятся все организмы, всегда резкой непроходимой гранью отделенные от окружающей их косной материи.

Никогда живой организм в ней не зарождается. Он, умирая, живя и разрушаясь, отдает ей свои атомы и непрерывно берет их из нее — но охваченное жизнью живое вещество всегда имеет свое начало в живом же.

Жизнь захватывает значительную часть атомов составляющей земную поверхность материи. Под ее влиянием эти атомы находятся в непрерывном, интенсивном движении. Из них все время создаются миллионы разнообразнейших соединений. И этот процесс длится без перерыва десятки миллионов лет, от древнейших археозойских эр до нашего времени, в основных чертах оставаясь неизменным.

На земной поверхности нет химической силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом. И чем более мы изучаем химические явления биосферы, тем более мы убеждаемся, что на ней нет случаев, где бы они были независимы от жизни. И так длилось в течение всей геологической истории. Древнейшие архейские слои дают косвенные признаки существования жизни; древние альгонкские породы, может быть также и археозойские (И.Помпекки, 1927), сохранили прямые отпечатки и явные следы ор-

ганизмов. Правы ученые (как Шухерт[1], 1924), выделяющие наряду с богатыми жизнью палеозоем, мезозоем, кайнозоем еще и археозой. К нему принадлежат самые древние, нам доступные и нам известные, части земной коры. Эти слои оказываются свидетелями древнейшей жизни, которая, несомненно, длится не менее $2 \cdot 10^9$ лет. За это время энергия Солнца не могла заметно меняться, и это вполне совпадает с астрономическими возможностями (Х.Шаплей[2], 1925).

16. И даже больше — становится ясным, что прекращение жизни было бы неизбежно связано с прекращением химических изменений, если не всей земной коры, то, во всяком случае, ее поверхности — лика Земли, биосферы. Все минералы верхних частей земной коры — свободные алюмокремниевые кислоты (глины), карбонаты (известняки и доломиты), гидраты окиси железа и алюминия (бурые железняки и бокситы) и многие сотни других непрерывно создаются в ней только под влиянием жизни. Если бы жизнь прекратилась — их элементы быстро приняли бы новые химические группировки, отвечающие новым условиям, старые нам известные тела безвозвратно исчезли бы. С исчезновением жизни не оказалось бы на земной поверхности силы, которая могла бы давать непрерывно начало новым химическим соединениям.

На ней неизбежно установилось бы химическое равновесие, химическое спокойствие, которое временами и местами нарушалось бы приносом веществ из земных глубин: газовыми струями, термами или вулканическими извержениями. Но вновь вносимые этим путем вещества более или менее быстро приняли бы устойчивые формы молекулярных систем, свойственные условиям безжизненной земной коры, и дальше не изменялись бы.

Хотя число точек, откуда проникает вещество глубоких частей земной коры, исчисляется тысячами — рассеянные по всей поверхности планеты, они теряются в ее огромности; повторяясь времена-

[1]Чарлз Шухерт (03.07.1858, Цинциннати, шт. Огайо, США — 20.11.1942, Нью-Хейвен, шт. Коннектикут, США) — американский палеонтолог и геолог.

[2]Шаплей Харлоу (02.11.1885 — 20.10.1972) — американский астроном.

ми, как, например, вулканические извержения, они незаметны в безмерности земного времени.

С исчезновением жизни на земной поверхности шли бы лишь медленные, от нас скрытые изменения, связанные с земной тектоникой. Они проявлялись бы не в наши годы и столетия, а в годы и столетия геологического времени. Только тогда в космическом цикле они стали бы заметны — подобно тому, как только в нем выступают радиоактивные изменения атомных систем.

Постоянно действующие силы биосферы — нагревание Солнца и химическая деятельность воды — мало изменили бы картину явления, ибо с прекращением жизни скоро исчез бы свободный кислород и уменьшилось бы до чрезвычайности количество угле–кислоты, исчезли бы главные деятели процессов выветривания, постоянно захватываемые косной материей и постоянно восстанавливаемые в том же неизменном количестве процессами жизни. Вода в термодинамических условиях биосферы является могучим химическим деятелем, — но эта вода «природная», так называемая вадозная, богатая химически активными центрами жизни — организмами, главным образом невидимыми глазу, измененная растворенными в ней кислородом и углекислотой. Вода, лишенная жизни, кислорода, углекислоты, при температуре и давлении земной поверхности — в инертной газовой среде — явится телом химически мало деятельным, безразличным.

Лик Земли стал бы также неизменен и химически инертен, как является неподвижным лик Луны, как инертны осколки небесных светил, захватываемые притяжением Земли, богатые металлами метеориты и проникающая небесные пространства космическая пыль.

17. Так жизнь является великим, постоянным и непрерывным нарушителем химической косности поверхности нашей планеты.

Ею в действительности определяется не только картина окружающей нас природы, создаваемая красками, формами, сообществами растительных и животных организмов, трудом и творчеством культурного человечества — но ее влияние идет глубже, проникает более грандиозные химические процессы земной коры.

Нет ни одного крупного химического равновесия в земной коре, в котором не проявлялось бы основным образом влияние жизни, накладывающей неизгладимую печать на всю химию земной коры.

Жизнь является, таким образом, не внешним, случайным явлением на земной поверхности. Она теснейшим образом связана строением земной коры, входит в ее механизм и в этом механизме исполняет величайшей важности функции, без которых он не мог бы существовать.

18. Можно говорить о всей жизни, о всем живом веществе как о едином целом в механизме биосферы, хотя только часть его — зеленая, содержащая хлорофилл, растительность — непосредственно использует световой солнечный луч, создает через него фотосинтезом химические соединения, неустойчивые в термодинамическом поле биосферы при умирании организма или при выходе из него.

С этой зеленой частью непосредственно и неразрывно связан весь остальной живой мир. Дальнейшую переработку созданных ею химических соединений представляет все вещество животных и бесхлорофилльных растений. Может быть, только автотрофные бактерии не являются придатком зеленой растительности, но и они генетически, так или иначе, с ней в своем прошлом связаны.

Можно рассматривать всю эту часть живой природы, как дальнейшее развитие одного и того же процесса превращения солнечной световой энергии в действенную энергию Земли. Животные и грибы скопляют такие формы богатых азотом тел, которые являются еще более могучими агентами изменения, центрами свободной химической энергии, когда они — при смерти и разрушении организмов или при выходе из них — выходят из их термодинамического поля, где они устойчивы, и попадают в биосферу, в иное термодинамическое поле, где они распадаются с выделением энергии.

Можно, следовательно, брать все живое вещество в целом, т.е. совокупность всех живых организмов без исключения, как единую, особую область накопления свободной химической энергии в биосфере, превращения в нее световых излучений Солнца.

19. Изучение морфологии и экологии зеленых организмов давно показало, что весь зеленый организм и в своих сообществах и в

своем движении приспособлен, прежде всего, к исполнению своей космической функции — улавливанию и превращению солнечного луча. Как давно заметил один из крупных натуралистов, глубоко вдумавшийся в эти явления австрийский ботаник Ю.Визнер[1], свет влияет на форму зеленых растений много больше, чем теплота, — он «как будто лепит их формы, как из пластического материала».

Одно и то же огромной важности эмпирическое обобщение изложено здесь с разных противоположных точек зрения, сделать выбор между которыми мы сейчас не в состоянии. С одной стороны, ищут причину явления внутри, в автономном живом организме, который приспособляется к тому, чтобы улавливать всю световую энергию солнечного луча, с другой стороны, ищут причину вне организма, в солнечном луче, который обрабатывает, как инертную массу, зеленый организм, который он освещает.

Очень возможно, что правильным является искать причину явления в обоих объектах — но это дело будущего. Сейчас мы должны считаться с самим эмпирическим наблюдением, которое дает, мне кажется, много более, чем это выражено в приведенных представлениях.

Эмпирическое наблюдение указывает нам, что в биосфере видна неразрывная связь между освещающим ее световым солнечным излучением и находящимся в ней зеленым живым миром организованных существ. Всегда, когда нет препятствующей этому причины, т.е. какой-нибудь силы, световой солнечный луч встречает в биосфере на своем пути зеленое растение — освещает трансформатор принесенной им энергии.

Можно утверждать, что такое превращение энергии нормально будет происходить с каждым солнечным лучом, и можно рассматри-

---

[1]Юлиус Визнер (1861—1928) — австрийский ботаник, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1912). Труды по физиологии и анатомии растений. Исследовал онтогенез растений, транспирацию, образование хлорофилла и явление гелиотропизма. Обнаружил тропизм у растений под влиянием красных и инфракрасных лучей, объяснил это явление реакцией на тепловое раздражение. Изучал строение клеточных оболочек.

вать это превращение энергии как свойство живого вещества, как его функцию в биосфере.

В тех случаях, когда такой трансформации не происходит и зеленое растение не может исполнять присущей ему в механизме земной коры функции, надо искать объяснения ненормальности явления.

Основным выводом наблюдения является чрезвычайная автоматичность процесса: нарушение его восстанавливается без всякого участия других объектов, кроме светового солнечного луча и определенным образом построенного и определенным образом живущего зеленого растения. Это восстановление равновесия не произойдет только в том случае, если силы, этому препятствующие, достаточно велики. Восстановление равновесия связано со временем.

20. Наблюдение окружающей природы на каждом шагу дает нам указания на существование в биосфере этого механизма. Размышление легко приводит к сознанию его величия и значения.

В общем, вся суша покрыта зеленой растительностью. Обнаженные от зеленой жизни места составляют исключения и теряются в общей картине. В лике Земли, при взгляде из космических пространств, суша должна представляться зеленой.

Так же как непрерывно падает на лик Земли ток солнечного света — так же непрерывно растекается по всей поверхности Земли — суши и моря — зеленый аппарат его улавливания и его превращения.

Живое вещество — совокупность организмов — подобно массе газа растекается по земной поверхности — оказывает определенное давление в окружающей среде, обходит препятствия, мешающие его передвижению, или ими овладевает, их покрывает.

С течением времени оно неизбежно покрывает весь земной шар своим покровом и только временно может отсутствовать на нем, — когда его движение — его охват — разрушен и сдерживается внешнею силою. Эта неизбежность его вездесущности связана с непрерыв-ным освещением лика Земли солнечным излучением, созданием которого является зеленый окружающий нас живой мир.

Это движение достигается путем размножения организмов, т.е. автоматического увеличения количества их неделимых. Оно, в об-

щем, никогда не прерываясь, идет с определенным темпом во времени, как с определенным темпом падает на лик Земли солнечный луч.

Изменчивость жизни чрезвычайная — а между тем, несомненно, в среднем, в комплексах организмов — в живом веществе, да и в отдельных организмах — размножение, рост, т.е. работа превращения ими энергии солнечной в земную, химическую, — все подчиняется неизменным математическим законностям. Все учитывается и все приспособляется с той же точностью, с той же механичностью и с тем же подчинением мере и гармонии, какую мы видим в стройных движениях небесных светил и начинаем видеть в системах атомов вещества и атомов энергии.

РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

21. Растекание размножением в биосфере зеленого живого вещества является одним из характернейших и важнейших проявлений механизма земной коры. Оно обще всем живым веществам, лишенным хлорофилла или им обладающим, оно является характернейшим и важнейшим выявлением в биосфере всей жизни, коренным отличием живого от мертвого, формой охвата энергией жизни всего пространства биосферы. Оно выражается в окружающей природе в вездесущности жизни, в захвате ею — если этому не препятствуют непреодолимые препятствия — всякого свободного пространства биосферы. Область жизни — вся поверхность планеты. Если какая-нибудь часть ее оказалась безжизненной — в короткий или медленный срок она неизбежно будет захвачена живыми организмами. Мера геологического времени в истории планеты — небольшой промежуток, и мы видим, как в это время вырабатываются организмы, приспособленные к жизни в условиях, которые раньше делали ее невозможной. Область жизни, по–видимому, расширяется в геологическом времени и во всяком случае, несомненно, что она всегда охватывает или стремится охватить до конца все доступное ей пространство — на протяжении, вероятно, всей геологической истории.

Ясно, что это стремление является отличительной чертой живого вещества, а не проявлением чуждой ему силы, как, например, при растекании песчаной кучи или ледника под влиянием силы тяготения.

Растекание жизни — движение, выражающееся в вездесущности жизни, есть проявление ее внутренней энергии, производимой ею химической работы. Оно подобно растеканию газа, которое не есть следствие тяготения, но есть проявление отдельных движений частиц, совокупность которых газ представляет, — их энергии. Так и растекание по поверхности планеты живого вещества есть проявление его энергии, неизбежного движения, занятия нового места в биосфере новыми созданными размножением организмами. Оно есть проявление, прежде всего автономной энергии жизни в биосфере. Эта энергия проявляется в работе, производимой жизнью, — в переносе химических элементов и в создании из них новых тел. Я буду называть ее геохимической энергией жизни в биосфере.

22. Это движение живых организмов путем размножения, совершающееся с удивительной и неизменной математической правильностью, идет в биосфере непрерывно и является характернейшей и важнейшей по своим эффектам чертой ее механизма. Оно идет на земной поверхности — на суше, оно проникает все водоемы, в том числе гидросферу, оно видно на каждом шагу в тропосфере; в форме паразитов оно охватывает другое живое, имеет место внутри самих живых веществ.

Неуклонно и неизменно оно длится без перерыва и без замедления мириады лет — все время, совершая огромную геохимическую работу, являясь формой проникновения энергии солнечного луча в нашу планету и ее распределения по земной поверхности.

Мы должны видеть в нем не только перенос материальных тел, но и передачу энергии. В связи с этим и перенос материальных тел размножением есть процесс особенный.

Это не есть простое механическое передвижение тел по земной поверхности, независимых, не связанных с той средой, в которой они двигаются. Среда, в которой они движутся, не только обусловливает

своим сопротивлением трение, как это имеет место в дви-жении тел под влиянием тяготения. В этом движении связь со средой глубже — оно может идти только под влиянием газового обмена движущихся тел и той среды, в которой происходит движение. Оно тем быстрее, чем газовый обмен сильнее, оно замирает, когда газовый обмен не может иметь место. Газовый обмен — это дыхание организмов оно как мы увидим, глубоко меняет, направляет размножение. В движении размножением Мы видим проявление его геохимического значения, выражение его, как части механизма биосферы, подобно тому, как само это движение является отражением солнечного луча. Проявлением энергии того же луча является и само дыхание — газовый обмен жизни с окружающей средой.

23. Хотя это движение идет кругом нас непрерывно, мы его не замечаем, так как мы нашим взором охватываем только общий его результат — ту красоту, разнообразие форм и красок, движений и соотношений, которые нам дает живая природа. Мы видим лишь поля и леса с их растительной и животной жизнью, полные жизни водоемы и моря, пронизанную ею, только кажущуюся мертвой, почву. Мы видим статический результат, динамическое равновесие этих движений; редко когда можем наблюдать их самих.

Остановимся на нескольких примерах, в которых вскроется это созидающее живую природу нам не видное, но для живой природы основное своеобразное движение.

Временами на небольших относительно пространствах мы видим прекращение высшей растительной жизни. Лесной пожар, степные палы, взрыхленные, распаханные, запущенные поля, вновь образованные острова, застывшие потоки лавы, покрытые вулканическим пеплом пространства суши, освободившиеся от ледников или водных бассейнов ее пространства, новые почвы, образовавшиеся на безжизненных скалах лишайниками и мхами, — эти и другие формы бесконечных проявлений жизни на нашей планете на некоторое время образуют лишенные трав и деревьев пятна на зеленом покрове суши. Они образуют их на короткое время. Жизнь быстро входит в свои права. И зеленые травы, а затем и древесная растительность за-

нимают утерянные или новые места. Отчасти они занимают их проникновением извне, приносом семян подвижными организмами или еще больше ветром, отчасти возникают от всюду в почве находящихся их запасов, лежащих в ней в латентном состоянии и сохраняющихся в этой форме иногда, по крайней мере, столетия.

Но это проникновение семян извне есть необходимое условие заселения, но не оно его производит. Заселение идет благодаря размножению организмов, зависит от свойственной их размножению геохимической энергии; оно идет годами, пока не будет восстановлено нарушенное равновесие. Как мы увидим, это находится в полном соответствии со скоростью передачи в биосфере жизни, передачи геохимической энергии этих живых веществ — высших зеленых растений.

В этом случае, следя внимательно за заселением пустых пространств, человек может видеть то движение растекания жизни, о котором я говорю, реально ощущать ее давление; вдумываясь в него, он может созерцать движение на нашей планете солнечной энергии, превращенной в земную — химическую.

Он его ощущает и в тех случаях, когда ему приходится защищать от чуждого заселения нужные ему поля или пустые пространства, тратить на преодоление давления жизни свою энергию.

Он видит его и тогда, когда всматривается в окружающую его природу, в глухую, молчаливую, беспощадную борьбу за существование, которую ведут кругом него зеленые растения. Он видит и ощущает действительно, как надвигается лес на степь или как лишайниковая тундра в своем движении его угашает.

24. Членистоногие насекомые — клещи, пауки составляют главную массу живого животного вещества суши. В тропических и подтропических странах среди них преобладающую роль играют Orthoptera— муравьи, термиты. Размножение их идет своеобразным путем. Хотя геохимическая энергия, ему отвечающая, и того же порядка, как для высших зеленых растений, — она все же несколько меньше.

В государствах термитов дает потомство — производит непосредственно размножение — один организм из десятков тысяч, ино-

гда сотен тысяч бесполых неделимых. Это царица-мать. Она кладет яички непрерывно весь свой век — иногда десять и больше лет. Количество яичек — новых особей, — которое она может дать, исчисляется биллионами. В год она дает сотни тысяч. Указываются случаи, когда она дает 60 яичек в минуту, т.е. 86 400 штук в сутки — так же правильно, как в часовых механизмах отбиваются секунды, суточное количество которых равно тем же 86 400.

Размножение идет роями. Часть потомства с новой царицей маткой улетает и захватывает новое пространство, вне ареала, необходимого для жизни первого, исходного государства. Всюду действует с математической точностью инстинкт: и в сохранении яичек, немедленно уносимых рабочими термитами, и в отлете роев, и в замене — в случае неожиданных случайностей — старой матки новой. Всюду действует с той же точностью и число. Все подвержено мере, числовой законности: число яичек, число годовых роев, в них неделимых, число населения государств, размеры и вес организмов, темп размножения и вызванного им переноса геохимической энергии термитов по земной поверхности.

Мы можем точно выразить числом напряжение движения термитов по земной поверхности, благодаря их размножению, зная годовое количество роев, число в них особей, их размеры, количество яичек, отлагаемых в год царицей; мы можем обнять числом отвечающее этому движению его отражение в окружающей среде, его давление.

Давление это очень велико. Человек, живущий в области их обитания, знает это по той работе, которую он должен производить, чтобы защитить от них продукты своего существования, своего питания.

Если бы не было препятствий во внешней среде, главным образом в окружающей термитов жизни, в немногие годы они могли бы захватить и покрыть своими государствами всю поверхность биосферы — $5{,}10065 \cdot 10^8$ км^2.

25. Среди организмов бактерии занимают особое место. Это организованные тела мельчайших известных размеров: линейные размеры их измеряются 10^{-4} и даже 10^{-3} см. В то же самое время это организмы с наибольшей силой размножения. Они размножаются

дроблением. Каждая клетка многократно удваивается в сутки. Наиболее быстро размножающаяся бактерия производит эту работу 63—64 раза в сутки, в среднем каждые 23—22 минуты, с такой же правильностью, как откладывает яички самка термитов или обращается около Солнца планета, на которой она живет.

Бактерии живут в жидкой или полужидкой среде. Главные их массы наблюдаются в гидросфере; значительные количества сосредоточены в почве, проникают в другие организмы.

Если бы не было препятствий во внешней среде, они могли бы создать с непостижимой для нас быстротой невероятные количества сложнейших химических соединений, являющихся вместилищем огромной химической энергии.

Этой огромной энергии отвечает огромная быстрота их размножения. Этим путем в течение полутора и менее суток бактерии могли бы покрыть тонким однослойным покровом поверхность земного шара, которую размножением зеленые травы или насекомые одолели бы в течение ряда лет, в отдельных случаях сотен дней.

В морской среде находятся бактерии почти шаровой формы, объем которых, по М.Фишеру, достигает 1 мкм^3, т.е. 10^{-12} см^3. В одном кубическом сантиметре может заключаться 10^{12} неделимых, и при быстроте их размножения — в сутки около 63 делений каждой клетки — 1 см может быть ими заполнен в течение нескольких — 11—13 часов, если в него попадет одна такая бактерия. В действительности бактерии живут не изолированно, а образуют колонии и при благоприятных условиях они заполняют 1 см^3 еще быстрее.

Процесс деления неизбежно происходит с этим темпом, если бактерия живет в условиях жизни этому благоприятных, прежде всего, если температура среды это дозволяет. Если температура падает, быстрота чередования поколений уменьшается, и это изменение может быть выражено в точной числовой формуле. Все время бактерия дышит, т.е. находится в тесной связи с растворенными в воде газами. Ясно, что количество бактерий путем размножения никогда не может достигнуть в кубическом сантиметре той величины, которая определяет в нем количество газовых молекул, то есть $2{,}706 \cdot 10^{19}$

(число Лошмидта)[1]. Газовых молекул в 1 $см^3$, заполненном водой, будет во много раз меньше. Мы видим здесь предел размножению, ставящийся явлениями дыхания, свойствами газообразного состояния материи.

26. Пример бактерий позволяет выразить движение, наблюдаемое в биосфере благодаря размножению, в другой форме, чем мы это делали до сих пор.

Представим себе период в истории Земли, который гипотетически неправильно, как увидим, допускают геологи, время, когда океан покрывал не три четверти земной поверхности, а всю планету. Э.Зюсс[2] относил это «вселенское море» (по–гречески «Панталасса») в археозойскую эру. Бактерии в это время, несомненно, его населяли. Их следы известны в слоях древнейшего палеозоя. Характер минералов археозойских слоев и, особенно, характер их ассоциаций с не меньшей несомненностью доказывают нахождение бактерий во всем археозое — в самых древнейших, доступных геологическому изучению пластах нашей планеты. Если бы в этом «вселенском море» температура была благоприятна для их жизни и если бы в нем не было препятствий их размножению, шаровая бактерия объемом 10^{-12} $см^3$ в 1,47 суток — меньше чем в полутора суток — образовала бы в этом море сплошную пленку площадью $5{,}10065 \cdot 10^8$ $км^2$.

Пленки бактерий, образующиеся благодаря их размножению, занимают хотя и меньшие, но все, же весьма значительные площади в биосфере.

В 1890–х годах профессор М.А.Егунов[3] указывал на существование тонкой пленки серных бактерий на всей площади Черного моря. Эта пленка равнялась бы в таком случае поверхности Черного моря, т.е. 411540 $км^2$, и лежала бы на границе кислородной по-

---

[1]Иоганн Йозеф Лошмидт (15.03.1821, Путширн — 8.07.1895, Вена) — австрийский физик и химик. Член Австрийской академии наук (1870). В его честь была названа постоянная Лошмидта.

[2]Эдуард Зюсс (20.08.1831, Лондон — 26.04.1914, Вена) — австрийский геолог и общественный деятель. Именно ему принадлежат гипотезы о существовании суперконтинента Гондваны (1861) и океана Тетис (1893).

[3]Михаил Андреевич Егунов (1864 — ?) — русский бактериолог.

верхности, т.е. на глубине 200 м. Однако исследования профессора Б.Л.Исаченко[1], участника экспедиции Н.М.Книповича[2] (1926), не подтверждают этих данных. Это же явление в менее грандиозных размерах, но отчетливо выражено в динамических равновесиях живых организмов, например, на границе между пресной и соленой водой в Мертвом озере Кильдинских островов, которое на всей своей поверхности всегда покрыто сплошной пленкой пурпурных бактерий (К.Дерюгин[3], 1926).

Другие микроскопические, но все же более крупные организмы постоянно дают примеры подобных явлений. От времени до времени пленка, образованная этими организмами океанического планктона, покрывает пространство в тысячи квадратных километров. Подобные пленки образуются довольно быстро.

Во всех этих случаях можно изобразить геохимическую энергию этих процессов таким же образом, а именно в виде передвижения этой энергии на земной поверхности, причем скорость растекания пропорциональна скорости размножения вида, в нашем случае бактерии Фишера.

При своем максимальном развитии, когда данный вид заселит всю земную поверхность ($5{,}10065 \cdot 10^8$ км^2), эта энергия за определенное время, разное для каждого вида, пройдет также максимальное расстояние, равное земному экватору, т.е. 40 075 721 м.

Бактерия Фишера, размером в 10^{-12} см, при образовании пленки во «вселенном море» Э.Зюсса развила бы энергию, скорость продвижения которой по земному диаметру была бы равна около 33 100 см/сек.

Это явление может быть выражено в иной форме. Скорость v, равная 33 100 см/сек, может быть рассматриваема, как скорость пе-

---

[1]Борис Лаврентьевич Исаченко (2.06.1871, С.–Петербург — 17.11.1948, Москва) — советский микробиолог и ботаник, академик АН СССР (1946), академик АН УССР (1945). Доктор биологических наук (1934).

[2]Николай Михайлович Книпович (25.03.1862, Свеаборг — 23 02.1939, Ленинград) — советский зоолог, член–корреспондент (1927) и почётный член (1935) Академии наук СССР.

[3]Константин Михайлович Дерюгин (27.01.1878, С.–Петербург — 27.12.1938, Москва) — советский зоолог и гидробиолог.

редачи жизни, геохимической энергии вокруг земного шара; она равна средней скорости вращения вокруг него бактерии путем размножения. В 1,47 суток бактерия размножением обтекает земной шар, совершает вокруг него во «вселенском море» полный оборот...

Скорость передачи жизни, по наибольшему расстоянию ей доступному — величина v — будет той характерной для каждого однородного живого вещества постоянной, которой мы будем пользоваться для выражения геохимической энергии жизни.

27. В основе этой величины, всегда отличной для всякого вида или расы, сказываются, с одной стороны, характер механизма размножения, а с другой стороны, те пределы возможному размножению, которые кладутся размерами и свойствами планеты.

Скорость передачи жизни не есть простое выражение свойства автономных организмов или их совокупностей — живых веществ; она выражает их размножение в соответствии с биосферой, как планетное явление. В ее выражение неизбежно входят элементы планеты — величины ее поверхности и ее экватора. Мы имеем здесь аналогию с некоторыми другими свойствами организма, например с его весом. Вес организма на Земле и того же организма на другой планете будет иной, хотя организм может при этом не измениться. Точно так же и скорость передачи его жизни, например, на Земле или на Юпитере, площадь и экватор которого иные, чем Земли, будет иная, хотя бы сам организм оставался при этом неизменным.

Этот специфически земной характер скорости передачи жизни вызывается тем ограничением, которое свойства и характер Земли как планеты, биосферы как космического явления вносят в проявление заложенного в организмах как в автономных созданиях механизма размножения.

28. Область явлений размножения мало обращала на себя внимание биологов. Но в ней — отчасти незаметно для самих натуралистов — установилось несколько эмпирических обобщений, которые отчасти кажутся нам сами по себе понятными, так мы с ними свыклись. Среди этих обобщений необходимо отметить следующие.

1) Размножение всех организмов выражается геометрическими прогрессиями. Можно выразить это в единообразной формуле:

$2^{n\Delta} = N_n$,

где N - число дней с начала размножения; Δ— показатель прогрессии, который для одноклеточных организмов, размножающихся делением, соответствует числу поколений в сутки; N_n — число неделимых, существующих благодаря размножению через n дней.

Характерным для каждого живого вещества является Δ.

В этой формуле никаких пределов, никаких ограничений ни для n, ни для Δ, ни для N не заключается.

Процесс мыслится бесконечным, как бесконечной является прогрессия.

2) Эта бесконечность возможности проявления размножения организма сказывается в подчинении этого проявления в биосфере, — т.е. растекания живого вещества, — правилу инерции. Может считаться эмпирически установленным, что процесс размножения задержи-вается в своем проявлении только внешними силами; он замирает при низкой температуре, прекращается или ослабляется при недостатке пищи или дыхания, при отсутствии места для обитания вновь создаваемых организмов. Уже в 1858 г. Ч.Дарвин[1] и А.Уоллес[2] высказали эту мысль в форме, которая была давно ясна натуралистам, вдумывавшимся в эти явления, например К.Линнею[3], гр. Ж.Л.Бюффону[4],

---

[1]Чарльз Роберт Дарвин (12.02.1809 — 19.04.1882) — английский натуралист и путешественник, одним из первых осознал и наглядно продемонстрировал, что все виды живых организмов эволюционируют во времени от общих предков. См. Ч.Дарвин «О происхождении видов путем природного отбора».- Львов: Федерация органического движения Украины, ЛА «Пирамида», 2009. — 540 с.

[2]Альфред Рассел Уоллес (8.01.1823, Аск, Монмутшир, Уэльс — 7.11.1913, Бродстон, Дорсет, Англия) — британский натуралист, путешественник, географ, биолог и антрополог.

[3]Карл Линней (23.05.1707, Росхульт — 10.01.1778, Уппсала) — шведский естествоиспытатель и врач, создатель единой системы классификации растительного и животного мира, обобщившей и в значительной степени упорядочившей биологические знания всего предыдущего периода, что ещё при жизни принесло ему всемирную известность.

[4]Жорж–Луи Леклерк, граф де Бюффон (7.09.1707, Монбар, Бургундия — 16.04.1788, Париж, Франция) — французский натуралист, биолог, математик, естествоиспытатель и писатель XVIII века. Высказал идею о единстве растительного и животного мира.

А. фон Гумбольдту[1], К.Эренбергу[2], К.М. фон Бэру[3]: если не будет внешних препятствий, всякий организм в разное, определенное для него время может размножением покрыть весь земной шар, произвести по объему потомство, равное массе океана или земной коры.

3) Темп размножения, сказывающийся в таком эффекте, идет для каждого организма с различной быстрой в тесной зависимости от размеров организма. Мелкие организмы, т.е. организмы в то же время и более легкие, размножаются гораздо быстрее, чем большие организмы (т.е. организмы в то же время большего веса).

29. В этих трех эмпирических положениях явления размножения организмов выражены вне времени и вне пространства или, вернее, в геометрических и механических бесформенных однородных времени и пространстве.

В действительности жизнь — в той форме, в какой мы ее изучаем, — есть чисто земное — планетное явление, не отделимое от биосферы, созданное и приспособившееся к ее условиям.

Перенесенная в отвлеченное время и в отвлеченное пространство математики жизнь является фикцией, созданием нашего разума отличным от реального явления.

Если мы хотим иметь точные, научные о ней представления, в наши положения о ее свойствах — в отвлеченные понятия времени и пространства — мы должны ввести поправки; эти поправки
могут в корне, как мы видим в данном случае, изменить наши выводы, в которых свойства земных времени и пространства не были предусмотрены.

30. На Земле организмы живут в ограниченном пространстве, одинаковом по размерам для всех них. Они живут в пространстве

---

[1] Александр фон Гумбольдт (14.09.1769, Берлин — 6.05.1859, Берлин) — немецкий учёный-энциклопедист, физик, метеоролог, географ, ботаник, зоолог и путешественник.

[2]Христиан Готфрид Эренберг (19.04.1795, Делич — 27.06.1876, Берлин) — немецкий естествоиспытатель, зоолог, геолог, основатель микропалеонтологии, ботаник, миколог.

[3]Карл Максимович Бэр (17.02.1792 — 28.11.1876) — один из основоположников эмбриологии и сравнительной анатомии, академик Петербургской академии наук, президент Русского энтомологического общества.

определенного строения в газообразной или проникнутой газами жидкой среде. И хотя время нам представляется безграничным, но время какого-нибудь процесса в ограниченном пространстве, каким является размножение организмов, не может являться безграничным. Оно тоже будет иметь предел, различный для каждого организма, в зависимости от характера его процесса размножения.

Неизбежным следствием этого положения является ограничение всех величин, определяющих явления размножения организмов в биосфере. Должны существовать наибольшие числа неделимых, которые могут дать разные живые вещества. Эти числа Nmax должны быть конечны и характерны для каждого вида или расы. Скорости передачи жизни должны заключаться в точных и определенных пределах, которые не могут быть никогда превзойдены. Наконец, величины Δ геометрических прогрессий размножения тоже имеют определенные пределы.

Эти пределы устанавливаются двумя проявлениями планеты: 1) ее размерами и 2) физическим заполнением пространства, в котором течет жизнь, жидкостями и газами, — первым делом свойствами газов и характером газового обмена.

31. Остановимся на ограничении, вносимом размерами планеты. Влияние этих размеров мы видим по каждому шагу. Небольшие водоемы очень часто покрыты сплошь на своей поверхности плавающей на них зеленой растительностью. В наших широтах это очень часто зеленые ряски — разные виды Lemna. Поверхность воды представляет сплошной зеленый их покров без промежутков. Растеньица тесно сдвинуты, их зеленые пластинки заходят друг на друга; процесс размножения действует, но он замедлен внешним препятствием — прежде всего отсутствием места. Он проявляется только тогда, когда в зеленом покрове вследствие внешних разнообразных причин — гибели рясок или их уноса — образуются пустые промежутки водной поверхности. Они немедленно замещаются размножением. Очевидно, количество неделимых ряски, могущих поместиться на данной площади, определенно и находится в зависимости от размеров и от условий их существования. Когда оно достигнуто, процесс

размножения останавливается — задерживается внешним неодолимым препятствием. В каждом пруду создается своеобразное динамическое равновесие, аналогичное тому, какое в нем наблюдается при испарении воды с его поверхности. Упругость паров воды и упругость жизни механически аналогичны.

Другой всем известный пример представляет в картине природы жизнь зеленой водоросли — разных видов Protococcus, обладающей гораздо большей геохимической энергией, чем ряска. Она покрывает в благоприятных условиях сплошь без промежутков стволы деревьев. Дальше ей идти некуда; ее процесс размножения задержан; он возобновляется вновь, как только открывается возможность помещения новых неделимых Protococcus'a. Количество неделимых этой водоросли, могущих поместиться на площади дерева, строго определенно и не может быть превзойдено.

32. Эти соображения могут быть целиком перенесены на всю живую природу и на область, доступную ее обитанию, — на поверхность нашей планеты.

Наибольшее могущее существовать проявление силы размножения живого вещества определено размерами планеты и выражается в количестве неделимых, которые могут разместиться на площади, равной $5{,}10065 \cdot 10^8$ км^2. Это количество есть функция густоты скопления организмов, возможной для их жизни.

Эта густота очень различна; для ряски или одноклеточной водоросли протококка она определяется только их размерами — другие организмы требуют гораздо большей площади (или объема) для жизни. Слон требует в Индии до 30 км^2, овца в горных пастбищах Шотландии около 10^5 м^2, средний улей пчел — не менее 10—15 км^2 (т.е. одна пчела — не менее $2 \cdot 10^4$ км^2, т.е. 200 м^2) среднего красного леса Украины, от 3000 до 15 000 неделимых планктона хорошо развиваются в 1000 см^3 морской воды, 25—30 см достаточно для обычных злаков, несколько (иногда десятков) квадратных метров для неделимых обычного нашего леса.

Очевидно, скорость передачи жизни зависит от возможной густоты хорошо живущей, не страдающей в своих проявлениях, совокупности неделимых, от плотности живого вещества.

Я не буду здесь останавливаться на очень еще мало изученной этой важной константе жизни в биосфере. Ясно, что наибольшая плотность сплошного покрова (типа ряски или протококка) или сплошного заполнения кубического сантиметра мельчайшей бактерией даст нам — если принять ее возможной для всех организмов — наибольшее допустимое для данного вида количество его неделимых в биосфере. Для получения этого числа необходимо принять плотность равной квадрату максимального измерения организма, т.е. его длины и ширины (коэффициент k_1).

33. Ограничение размножения размерами планеты, неизбежная остановка процесса уже этим путем, Помимо более глубокого влияния, оказываемого, как увидим, зеленой средой придает этому процессу очень своеобразные и важные черты.

Прежде всего, очевидно, есть предельное, одинаковое для всех организмов, наибольшее расстояние, по какому может распространяться передача жизни. Оно равно земному экватору, т.е. 40 075 721 м.

Во–вторых, для всякого вида или расы есть максимальное количество неделимых, которое не может быть никогда превзойдено. Это максимальное число получается при полном заполнении данным видом земной поверхности, при максимальной возможной густоте его обитания. Это число, которое я буду дальше обозначать N_{max} и называть стационарным числом однородного живого вещества, имеет большое значение для оценки геохимического влияния жизни. Оно отвечает максимально возможному проявлению энергии данного однородного живого вещества в биосфере, максимальной его геохимической работе; скорость его достижения, разная для каждого организма, выражается скоростью передачи жизни v.

Эта скорость v связана со стационарным числом следующей формулой:

$$v = \frac{13963{,}3 \times \Delta}{\lg N_{max}}$$

Очевидно, если скорость передачи жизни остается постоянной, Δ, характеризующая силу размножения должна уменьшаться, размно-

жение организмов должно в данном объеме или на данной площади идти все медленнее и медленнее по мере того, как число созданных неделимых увеличивается, приближается к стационарному.

34. Мы видим это явление в окружающей нас природе. Оно давно было замечено старыми натуралистами и ярко подчеркнуто около 40 лет тому назад точным наблюдателем живой природы К.Земпером[1] (1888). Земпер отметил, что в небольших водоемах — при всех равных условиях — размножение организмов уменьшается по мере увеличения в них количества неделимых.

Стационарное число не достигается или достижение его замедляется по мере приближения к нему количества создаваемых организмов; существует какая-то причина, может быть не всегда внешняя, регулирующая процесс. Опыты Пирля[2] и его сотрудников над мухой Drosophila и над курами (1911—1912) подтверждают это обобщение Земпера в другой среде.

Скорость передачи жизни может давать нам ясное понятие о геохимической энергии жизни разных организмов. Она колеблется в больших пределах и находится в тесной зависимости от размеров организма. Для самых мелких организмов, для бактерий, она, как мы видели, близка к скорости звука, т.е. к величине 33 100 см/с. Для самых крупных, для крупных млекопитающих она равна долям сантиметра — для индийского слона, например, v = 0,09 см/с.

Это крайние пределы. Между ними помещаются скорости передачи жизни для всех других организмов. Они находятся в явной зависимости от размеров организма и в более простых случаях (например, для организмов, форма которых приближается к шару), связь размеров организма с его скоростью v может быть уже сейчас математически выражена. Но существование определенной математической зависимости всегда и везде в этой области, несомненно, и отвечает старинному прочному эмпирическому обобщению.

---

[1]Карл Земпер (6.07.1832, Альтона — 29.05.1893, Вюрцбург) — немецкий зоолог и путешественник.

[2]Раймонд Пирль (1879 — 1940) — американский биолог, демограф и статистик.

35. Скорость передачи жизни дает ясное понятие об энергии жизни в биосфере, о ее в ней работе, но оно недостаточно для ее определения. Для этого мы должны принять во внимание массу того организма, энергия растекания совокупностей которого в биосфере определяется скоростью v.

Выражение $pv^2/2$, где p — средний вес организма[1], скорость растекания геохимической энергии которого равна v, дает нам выражение кинетической геохимической энергии живого вещества. Взятое по отношению к определенным площади или объему биосферы, оно может дать нам выражение той химической работы, которая в геохимических процессах этой площади или объема может быть произведена данным видом или расой организмов.

Уже давно мы имеем подходы к определению этим путем — по отношению к определенной площади биосферы — к гектару — части геохимической энергии живого вещества. Это делается при определении урожаев — количества с данной площади полезных человеку организмов или их продуктов.

В более полной форме оно выражается в количестве органического вещества, которое может быть создано размножением и ростом организмов на гектаре.

Хотя эти данные очень неполны и не охвачены теорией в достаточной степени, они привели уже к важным эмпирическим обобщениям.

Несомненно, количество создаваемого на гектаре органического вещества ограничено и теснейшим образом связано с той солнечной лучистой энергией, которую захватывает зеленое растение. Геохимическая энергия, собранная этим путем — размножением организмов на гектаре, есть измененная солнечная энергия.

---

[1]Выражение p для среднего веса организма вида (или среднего веса неделимого однородного живого вещества) может и должно быть логически заменено тем средним количеством атомов, которое соответствует неделимому вида. При настоящем положении наших знаний нас должен интересовать не вес атомов, а лишь их число, которое представляет реальное явление. К несчастью, оно может быть вычислено лишь в исключительных случаях, так как почти нет элементарных химических анализов организмов.

Во–вторых, все более выясняется, что в случаях максимальных урожаев количества органического вещества с гектара почвы и с гектара океана суть числа одного порядка, приближаются к одной и той же величине. Гектар суши охватывает ничтожный слой, не превышающий метров, гектар океана отвечает слою воды, захваченной жизнью, измеряемому километрами. Тождественность создаваемой в них энергии жизни, очевидно, указывает на освещение сверху, как на ее источник.

Мы увидим, что, вероятно, это связано с характерным свойством почвы суши, скопляющей в себе концентрацию организмов, обладающих огромной геохимической энергией. Благодаря этой концентрации энергии живого вещества, тонкий слой почвы по своему геохимическому эффекту может сравниться с огромной толщей моря, где центры жизни разжижены инертной массой воды.

36. Кинетическая геохимическая энергия организма $pv^2/2$, взятая по отношению к гектару, т.е. к 10^8 см^2, выражается следующей формулой, где $10^8/k$ — количество организмов на гектар при достижении ими стационарного числа, а k — коэффициент плотности жизни:

$$A_1 = \frac{pv^2}{2} \cdot \frac{10^8}{k} = \frac{pv^2 \cdot N_{max}}{2 \cdot 5{,}10065 \cdot 10^{18}}$$

Чрезвычайно характерно, что эта величина для Protozoa есть величина постоянная. Для них всех выражение A_1 принимает форму:

$$A_1 = \frac{pv^2}{2} \cdot \frac{10^8}{k} = a \cdot 3{,}51 \cdot 10^{12} \text{G.G.S.},$$

где α — коэффициент, близкий к единице[1].

Из этой формулы ясно, что кинетическая геохимическая энергия Protozoa определяется скоростью v, связанной с весом и с размерами организма и с темпом размножения Δ. Отнесенное к Δ v выражается следующей простой формулой:

$$v = \frac{46383{,}93 \cdot \lg 2 \cdot \Delta}{18{,}70762 - \lg k},$$

[1]Отвечает плохо известному удельному весу Protozoa.

в которой числовые, постоянные для всех видов организмов, коэффициенты связаны с размерами планеты (с площадью ее поверхности и с длиной ее экватора, причем все явление отнесено к сантиметрам и секундам)[1].

Из формулы скорости, очевидно, что одни размеры планеты не могут объяснить действительно существующего предела для v и для Δ.

Наибольшая нам известная величина v равна 33 100 см/с, а наибольшая величина Δ около 63—64.

Могут ли они идти дальше (что, как это видно из приведенных формул, возможно и при постоянстве кинетической энергии на гектар) или есть в биосфере условие, этому препятствующее?

Такое условие есть, и им является газовый обмен организмов, неизбежный и необходимый для их существования и, в частности, для их размножения.

37. Организм не существует без газового обмена, без дыхания. Чем размножение идет быстрее, тем дыхание становится интенсивнее. По степени газового обмена мы всегда можем судить об интенсивности жизни.

В масштабе биосферы нам необходимо, конечно, иметь в виду не дыхание отдельного организма, а общий результат дыхания, необходимо учесть газовый обмен — дыхание всех живых организмов, обнять его, как часть механизма биосферы.

В этом отношении давно имеются эмпирические обобщения, очень мало до сих пор обращавшие на себя внимание и не учтенные нашей научной мыслью.

Одно из них указывает, что газы биосферы те же, которые создаются при газовом обмене живых организмов. В биосфере существуют только они одни: O_2, N_2, CO_2, H_2O, H_2, CH_4, NH_3... Это не может быть случайностью.

---

[1]Выражение v существует для всех организмов, а не только для Protozoa. Формула A_1 для высших групп, для Metazoa и для Metaphyta, имеет иную, меньшую величину, что связано с явлениями дыхания и глубоким отличием их организации от организации простейших. Я не могу здесь входить в рассмотрение этих важных и сложных явлений.

Затем весь свободный кислород биосферы создается на земной поверхности только благодаря газовому обмену зеленых организмов. Этот свободный кислород есть главный источник свободной химической энергии биосферы.

И наконец, в–третьих, количество этого свободного кислорода в биосфере, равное $1{,}5 \cdot 10^{21}$ г, есть число того же порядка, как и количество существующего и с ним неразрывно связанного живого вещества, исчисляемого в 10^{20}—10^{21} г. Оба эти исчисления получены вполне независимо друг от друга.

Эта тесная связь газов Земли с жизнью указывает с несомненностью, что газовый обмен организмов — и на первом месте их дыхание — должны иметь первостепенное значение в газовом режиме биосферы, т.е. являться планетным явлением.

38. Этот газовый обмен — дыхание — определяет весь темп размножения; он ставит пределы для величин v и Δ.

Они не могут перейти через пределы, нарушающие свойства газов.

Я уже указывал, что количество организмов, могущих существовать в одном кубическом сантиметре среды, должно быть меньше количества в нем тазовых молекул, т.е. меньше $2{,}706 \cdot 10^{19}$ (число Лошмидта). Если величина v будет больше 33 100 см/с, то для организмов, размеры которых меньше размеров бактерий (т.е. размеров меньшего порядка, чем $n.10^{-5}$ см), количество неделимых, благодаря их размножению, превысит 10^{19} в 1 $см^3$. Очевидно, при неизбежном существовании обмена между газовыми молекулами и организмами, количество поглощающих и выделяющих газовые молекулы организмов, соизмеримых с молекулами по своим размерам, должно было бы расти по мере уменьшения размеров организмов с все большей, в конце концов, невероятной быстротой.

Мы приходим к физическому абсурду по нашим современным представлениям.

Если ограничение количества неделимых в кубическом сантиметре определяет наименьшие размеры организма и этим путем ставит максимальный предел для Δ и v, то неизбежное постоянное соотно-

шение между количеством неделимых и газовых молекул в данном объеме — явления дыхания — играют еще большую и постоянно проявляющуюся роль в явлениях размножения.

Дыхание, очевидно, регулирует весь этот процесс на земной поверхности, устанавливает взаимные соотношения между количеством организмов разной плодовитости, определяет — подобно температуре — ту величину Δ, которой может достигать данный организм в действительности; оно же определяет максимальную Δ, отвечающую размерам организма, не допускает достижения стационарных чисел.

В мире организмов в биосфере идет жесточайшая борьба за существование — не только за пищу, но за нужный газ, и эта последняя борьба более основная, так как она нормирует размножение.

Дыханием определяется максимальная возможная геохимическая энергия жизни на гектар.

39. Результат этого газового обмена и определяемого им размножения организмов огромен даже в масштабе биосферы.

Ничего аналогичного — даже в отдаленной степени — не представляет косная ее материя.

Ибо благодаря размножению каждое живое вещество может создать новые любые количества живой материи. Вес биосферы нам не известен — но она составляет небольшую долю веса земной коры до 16 км мощностью, вес которой равен $2{,}0 \cdot 10^{25}$ г. Равное весу коры количество вещества может быть силой размножения создано в ничтожное, не геологическое время — если только этому не препятствует внешняя среда.

Холерный вибрион и bacterium coli могут дать эту массу вещества в 1,60—1,75 суток. Зеленая диатомовая водоросль Nitzschia putrida — миксотрофный организм морской грязи, питающийся разлагающимися органическими веществами и в то же время захватывающий солнечный луч, — может дать $2{,}0 \cdot 10^{25}$ г вещества в 24,5 суток. Это один из наиболее быстро размножающихся зеленых организмов, может быть, в связи с тем, что часть органических веществ он получает в готовом виде. Один из наиболее медленно размножающихся

организмов — слон — может дать то же количество вещества в 1300 лет. Но что значат года и столетия в геологическом, т.е. — планетном, времени!

Мы должны к тому же иметь в виду, что при дальнейшем ходе времени новые массы, равные той же величине $2 \cdot 10^{25}$ г, должны были бы получиться в несравненно более короткие сроки.

Эти числа дают нам понятие о тех силах, которые проявляются в явлениях размножения.

40. Конечно, в действительности ни один организм не дает таких количеств.

Однако перемещения таких масс в биосфере силой размножения — даже в течение одного года, отнюдь не являются фантастическими, и даже для действительности они малы.

Эти числа не ирреальны. Мы действительно наблюдаем проявления жизни, им отвечающие, в окружающей нас природе.

Едва ли можно сомневаться, что жизнь в течение года — путем размножения — создает количества неделимых — и отвечающие им массы вещества — порядка 10^{25} г, и, вероятно, в очень большое количество раз большие.

Так, в каждый момент в биосфере существует $n \cdot 10^{20}$ — $n \cdot 10^{21}$ г живого вещества. Это вещество вечно разрушается и создается главным образом не ростом, а размножением. Поколения создаются в промежутках от десятков минут до сотен лет. Ими обновляется вещество, охваченное жизнью. То, которое находится в каждую минуту в наличности, составляет ничтожную долю созданного в году, так как колоссальные количества создаются и разрушаются даже в течение суток.

Перед нами динамическое равновесие. Оно поддерживается трудно охватываемым мыслью количеством вещества. Очевидно, что даже в сутки создаются и разрушаются смертью, рождением, метаболизмом, ростом колоссальные массы живого вещества. Кто может измерить количества вечно создающихся и вечно гибнущих неделимых? Это задача еще более трудного порядка, чем исчисление песчинок моря — задача Архимеда. Как исчислить живые песчинки, непрерывно меняющиеся в своем количестве с ходом времени?

Здесь одновременно скопляются и меняются бесчисленные неделимые в пространстве и во времени. Число их бывших и настоящих даже в течение одного человечески короткого промежутка времени превышает количество песчинок морского песка, несомненно, неизмеримо более чем в 10^{25} раз!

ЗЕЛЕНОЕ ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО

41. По сравнению с силой размножения, с геохимической энергией живого вещества, массы его, находящиеся в каждый момент в биосфере, являются небольшими — 10^{20}—10^{21} г.

Эти массы генетически связаны в своем существовании с зеленым живым веществом, единственным способным захватывать лучистую энергию Солнца.

К сожалению, наши современные знания не дозволяют учесть, какую часть всего живого вещества составляет зеленый мир растений. Можно пока дать лишь очень приблизительное понятие о количественной стороне явления.

Нельзя утверждать, что количественно по своей массе зеленое живое вещество преобладает на всей поверхности Земли — но, повидимому, оно преобладает на суше. В океане обычно считается, что количественно — по массе — преобладает животная жизнь.

Если даже животная — гетеротрофная — жизнь преобладает, в конце концов, в массе всего живого вещества, — это преобладание не может быть очень велико.

Не разделяется ли живое вещество на две половины или почти на две половины по весу — на зеленое автотрофное и на его порождение — гетеротрофное? Ответить на этот вопрос мы не умеем.

Но во всяком случае несомненно, что уже одно зеленое живое вещество дает массы того же порядка — 10^{20} —10^{21} г, какие отвечают всему живому веществу.

42. Строение этого зеленого трансформатора солнечной энергии на суше и в море резко различное. На суше преобладает травяная

явнобрачная растительность; древесная составляет по весу значительную, может быть, близкую ей часть; зеленые водоросли и другие тайнобрачные, особенно протисты, отходят на задний план. В океане преобладают одноклеточные микроскопические зеленые организмы; травы, как Zostera, и большие водоросли составляют по весу небольшую часть растительной жизни; они сосредоточены у берегов и в более мелких местах, куда проникает солнечный луч; их плавающие скопления — как скопления саргассов в Атлантическом океане — теряются в общей безмерности морских пределов.

Зеленые метафиты преобладают на суше; из них наиболее быстро размножаются — обладают большей геохимической энергией — травы. Скорость передачи жизни древесной растительности, по-видимому, меньше. Зеленые протисты преобладают в океане.

Скорость v для метафитов едва ли превышает сантиметры в секунду; для зеленых протистов она достигает тысяч сантиметров, т.е. превышает в сотни раз силу размножения метафитов.

Это явление резко характеризует различие жизни моря и суши. Хотя в море зеленая жизнь, может быть, и менее господствует, чем та же жизнь суши, — но общее количество зеленой жизни в океане, благодаря его преобладанию над сушей на нашей планете, по массе превышает растительность суши.

Зеленые протисты океана являются главными трансформаторами световой солнечной энергии в химическую энергию нашей планеты.

43. Можно выразить разный энергетический характер зеленой растительности суши и моря в точных числах и иначе.

Формула $2^{n\Delta} = N_n$ дает нам приращение организма в сутки (α) при размножении; беря один исходный организм, мы имеем для него (в первый день, когда n= 1)

$2^{\Delta} — 1 = \alpha$.

Откуда $2^{\Delta} = \alpha+1$ И $2^{n\Delta} = (\alpha+ 1)^n$.

Величина α есть постоянная для каждого вида; она определяет суточное приращение количества неделимых, сведенное к одному неделимому, т.е. указывает увеличение в каждые сутки одного неделимого.

Величина $(\alpha+1)^n$, очевидно, определяет количество неделимых, создаваемое размножением в n-й день: $(\alpha+1)^n = N_n$.

Значение этих чисел видно на следующем примере. По Ломану, среднее размножение планктона — учитывая его гибель и поедание — может быть выражено константой α+1, равной 1,2996. Та же постоянная для среднего урожая пшеницы во Франции равна 1,0130. Эти величины отвечают среднему идеальному суточному значению одного организма пшеницы и планктона после одних суток размножения. Отношение количеств неделимых планктона и пшеницы в первый день от начала размножения равно таким образом:

$$\frac{1,2996}{1,0130} = 1,2829 = \delta$$

С каждым следующим днем это отношение будет расти согласно степени δ, т.е. будет в летний день выражаться величиной δ^n.

Для 20–го дня величина δ равна 145,9, а для сотого дня количество неделимых планктона в $6,28 \cdot 10^{10}$ раз должно быть больше количества неделимых пшеницы. В годовой оборот, после которого временно замирает развитие пшеницы, эта разница — δ^{365} — достигнет астрономической цифры $3,1 \cdot 10^{39}$. Конечно, при таком различии темпа размножения разница в весе взрослого травянистого растения суши, весящего сотни граммов, т.е. $n \cdot 10^2$ г, и микроскопического организма планктона, весящего немногие многомиллионные доли грамма ($n \cdot 10^{-6}$ — $n \cdot 10^{-10}$ г), исчезает.

Зеленое организованное вещество моря достигает этого результата благодаря быстроте оборота своего вещества. Сила, в нем заложенная солнечным лучом, позволила бы ему создать в десятки дней, в 50—70 дней, а может быть и меньше, массу вещества, равную по весу земной коре. То же предельное количество вещества могла бы дать травяная растительность суши в несколько лет — Solanum nigrum например, в пять лет.

Необходимо иметь в виду, что эти числа не могут быть количественно сравниваемы для выражения роли в биосфере зеленой травяной растительности и зеленого планктона.

Для такого сравнения надо их брать в одинаковые промежутки времени от начала процесса, причем различие быстро увеличивается с ходом времени. В то время, Solanum nigrum в 5 лет дал бы $2x10^{25}$ г вещества, зеленый планктон должен был бы дать в этот промежуток времени количества, которые трудно выразить понятными нам числами. В следующий, значительно меньший, промежуток времени создания того же количества вещества травяной растительностью зеленый планктон дал бы еще большие, еще менее вообразимые числа.

44. Эта разница между зеленым живым веществом суши и моря не является случайностью. Она производится солнечным лучом, связана с различным его отношением к жидкой прозрачной воде и к твердой непрозрачной земле. Быстро размножающийся, т.е. обладающий несравнимо большей энергией в биосфере, мир планктона характеризует не только океаническую жизнь — он характерен для всякой водной жизни по сравнению с жизнью суши.

Величина δ^n может давать понятие о различной энергии сравниваемых живых веществ, но геохимически их энергия проявляется еще в массе, в весе создаваемых неделимых. Масса создаваемого живого вещества определяется произведением количества его неделимых на средний их вес, p, т.е.

$M=p(1+\alpha)^n$.

Только в случае, когда мелкие организмы могут реально дать в биосфере большую массу вещества, они будут, согласно общим принципам энергетики, поставлены в ней в более выгодное положение, чем организмы крупные.

Ибо всякая система достигает устойчивого равновесия, когда ее свободная энергия равняется нулю, или к нему приближается, становится наименьшей возможной в данных условиях, — т.е. когда вся возможная в условиях системы работа произведена. Мы увидим, что все процессы биосферы — и вообще земной коры — и их общий облик обусловливаются условиями равновесия механических систем, к которым они могут быть сведены.

Одну из таких систем представляет солнечный луч — (солнечная радиация) в сочетании с живым зеленым веществом биосферы.

Эта система будет в биосфере в устойчивом равновесии, когда солнечный луч совершит в ней максимальную работу, создаст наибольшую возможную массу зеленых организмов.

На суше солнечный луч не может глубоко проникать в ее вещество; он всюду встречает непрозрачные для него тела, и слой создаваемого им зеленого живого вещества очень тонок.

Крупные растения — травы и деревья — в таких условиях имеют все преимущества для своего развития перед зелеными протистами.

Они достигают создания большего количества живого вещества, чем протисты, хотя и производят его в большее количество времени. Но эта их работа по условиям среды суши возможна. Одноклеточные организмы достигают через короткое уже время возможного для них предела развития — стационарного состояния и в системе «солнечный луч—суша» являются неустойчивой формой, так как травяная и древесная растительность суши, несмотря на меньший запас энергии своего механизма, может в этих условиях производить большую работу, дать большее количество живого вещества.

45. Мы на каждом шагу видим отражение этого явления. Ранней весной, когда жизнь пробуждается в наших степях, степи покрываются в короткое время тонким слоем одноклеточных водорослей, главным образом быстро растущими большими ностоками. Этот зеленый покров быстро исчезает, сменяется медленно растущею, обладающею меньшей геохимической энергией, травяною растительностью, так как благодаря свойствам непрозрачного твердого вещества суши — трава, а не стоящий впереди нее по геохимической энергии носток является неизбежно, в конце концов, господствующей. Кора деревьев — камни и почва — покрывается всюду чрезвычайно быстро растущими протококками. Во влажные дни они в немного часов дают из весящей многомиллионные доли грамма клетки — дециграммы или граммы вещества. Дальше их развитие не идет даже в самых благоприятных условиях, в странах влажного климата. Так, в платановых рощах Голландии стволы деревьев покрыты постоянным сплошным покровом протококков, находящихся в неизменном равновесии, ибо рост их дальше не идет — из–за непроницаемости

для света несущего их тела. Совсем в ином положении находятся их водные родичи, свободно развивающиеся в прозрачной среде сотни метров мощностью.

Наши травы и наши деревья суши создали всю свою форму, как увидим, выдвинувшись в прозрачную воздушную среду. Во всем их облике, во всем бесконечном разнообразии их форм мы видим то же самое стремление дать максимум работы, получить максимальную величину живого веса.

Они нашли для этого новый путь, захватывая новую среду жизни — тропосферу.

46. В океане, в воде, условия совершенно другие. Здесь солнечный луч проникает на сотни метров и с помощью своей большей, чем для зеленых трав и деревьев, геохимической энергии, зеленая одноклеточная водоросль имеет возможность создать в один и тот же промежуток времени количества живого вещества несравненно большие, чем может дать их в это время зеленое вещество суши.

Здесь использование энергии солнечного луча чрезвычайное, и здесь устойчивой формой жизни является мельчайший зеленый организм, а не крупное растение. И в связи с этим — благодаря тем же причинам — здесь наблюдается исключительное обилие животной жизни, быстро поедающей зеленый планктон и позволяющей ему этим путем превращать в живое вещество все большее и большее количество лучистой солнечной энергии.

47. Так мы видим, что солнечный луч — носитель космической энергии — не только возбуждает механизм ее превращения в химическую земную, но и создает самую форму трансформаторов, которая является нам в виде живой природы. Космическая сила придает ей разный вид на суше и в воде, и она же меняет ее структуры, т.е. определяет количественные соотношения, существующие между разными автотрофными и гетеротрофными организмами. Всюду эти явления, подчиненные законам равновесия, неизбежно должны выражаться числами, которые нам едва начинают становиться известными.

Эта космическая сила вызывает давление жизни, которое достигается размножением. В нем мы в действительности видим передачу солнечной силы на земной поверхности.

Это давление мы, в сущности, постоянно чувствуем в нашей культурной жизни. Человек, меняя девственный облик природы, освобождая некоторые места поверхности суши от зеленой растительности, должен всюду давлению жизни противопоставлять усилие, тратить энергию, ему равную, нести труд. Как только человек перестал бы тратить на это силы и средства — сейчас бы все его лишенные зеленой растительности сооружения скрылись бы в массе зеленых организмов. И сейчас всюду, где можно, они захватывают отнятую от них человеком площадь.

Это давление сказывается во вездесущности жизни. Области, совсем и всегда ее лишенные, нам неизвестны; на самых твердых скалах, в снежных и ледяных полях, в пустынных песчаных и щебневых областях мы всегда встречаемся с проявлением жизни. Механически сносятся туда неподвижные растительные организмы, постоянно зачинается и прекращается микроскопическая жизнь, заходят, живут и останавливаются в них самостоятельно передвигающиеся животные.

Иногда в этих областях мы имеем даже сгущения жизни, богатые ее области — но это не зеленый мир трансформаторов. Птицы, звери, насекомые, паукообразные, бактерии... изредка зеленые протисты составляют население этих кажущихся нам безжизненными областей.

По отношению к зеленому миру растений они действительно являются азойными. Наряду с ними в этом отношении должны быть поставлены временные прекращения зеленой жизни в областях наших широт, в снежных покровах, в зимнем замирании фотосинтеза.

Такие явления существовали на нашей планете во все геологические эпохи. Они всегда имели ограниченные пределы. Всегда их пыталась, но не могла, захватить жизнь, приспособиться к существованию в их условиях.

Каждое не занятое жизнью место в живой природе независимо от причин его возникновения с течением времени обязательно заполняется. Часто совсем новая флора и фауна заселяют такие лишенные жизни водоемы или еще не заселенные вновь появившиеся участки суши.

При новых условиях в течение геологических периодов развиваются ранее неизвестные виды и подвиды организмов.

Интересно и важно, что в новой структуре этих организмов можно узнать структуру и особенности их предков, но в преобразованном виде, как это необходимо для новых специфических условий новой среды (Л.Кэно)[1].

Это морфологическое изменение является ни чем иным, как проявлением той же геохимической энергии, которая вызывает давление жизни и сказывается в вездесущности жизни.

В любой момент существования планеты области азойные или области со скудной растительностью имеют ограниченное распространение, но они все же существуют, и на суше они заметнее, чем в гидросфере.

Едва ли это случайно — но мы не знаем, чем вызвано это ограничение проявления энергии жизни, наблюдаемое только на суше: соотношению ли между земными силами, противодействующими жизни, и силой солнечного луча или неизвестными нам свойствами излучений?

48. Приспособление зеленых растений к улавливанию космической энергии проявляется не только в их размножении. Фотосинтез идет, главным образом, в мельчайших микроскопических пластидах, более мелких, чем клетки, в которых они находятся. Мириады этих зеленых телец рассеяны в растениях, и они в своей массе дают нам впечатление зеленого цвета.

Всматриваясь в любой зеленый организм, можно ясно видеть — в мелочах и в крупном — приспособляемость его для улавливания всех доступных ему солнечных световых излучений. Площадь зеленых листьев каждого отдельного растительного организма является максимальной, и их распределение в пространстве направлено к тому, чтобы ни один луч света не миновал захватывающего его микроскопического аппарата превращения энергии. Луч, падая на Землю, всюду встречает ловящий его организм. Механизм этот под-

[1]Кэно Л. (1866—1951) — французский биолог.

вижен, и совершенство его превышает механизмы, созданные нашей волей и нашим разумом.

Этим определяется строение окружающей нас растительности. Листовая площадь лесов и лугов превышает в десятки раз площадь насаждений, луговые травы наших широт — в 22—38 раз, поле белой люцерны — в 85,5 раза, буковый лес — 7,5 раза и т.д. В этих исчислениях не принимается во внимание посторонний органический мир, повсюду заполняющий получаемые при росте крупных растений пустые промежутки. В наших лесах замещают деревья зеленая травяная растительность почвы, мхи и лишайники, подымающиеся по стволам, зеленые водоросли влажных областей, их покрывающие, быстро зарождающиеся при сколько–нибудь благоприятных условиях тепла и влажности. В покрывающих большую часть суши культурных полях человек достигает с величайшим трудом и огромной затратой энергии, и очень редко, чистоты посева; в них всюду пробиваются посторонние зеленые травы.

До появления человека в девственной природе это строение было выражено особенно резко, и мы можем еще всюду научно наблюдать его остатки. В свободных участках «девственной степи», участками сохранившихся на юге России, можно было видеть установившееся извека природное равновесие, которое вновь в них возродилось бы в одно—два столетия, если бы исчезло действие воли и разума человека. Такую степь ковыля тырсы (Stipa capillata) И.К.Пачосский[1] описывал (1903) для Херсонщины: «Это было впечатление моря; никакой растительности по пояс и выше взрослому человеку, кроме тырсы, видно не было; совокупность целинной растительности часто почти сплошь покрывала поверхность Земли, затеняя ее и тем способствуя сохранению влаги у самой поверхности. Это позволяет между пучками листьев и даже под их прикрытием произрастать лишайникам и мхам, которые бывают зелеными даже в средине лета...»

Ту же картину сплошного зеленого покрова дают для первобытных травянистых степей Южной Америки — саванн старые наблю-

[1]Иосиф Конрадович Пачоский (1864—1942) — польский ботаник и энтомолог. Исследователь и знаток флоры Беловежской пущи.

датели, например Ф.Азара[1]. Он писал, что растительный покров там такой густой, что земля виднеется только на дорогах, у ручьев или в береговых обрывах. Эти «девственные», насыщенные зеленым веществом, степи, сохранились урывками. Их заменили зеленые поля человека.

В наших широтах зеленые травы существуют периодически; их жизнь тесно связана с астрономическим явлением — с вращением Земли вокруг Солнца.

49. Всюду в других проявлениях растительной жизни мы наблюдаем ту же картину насыщенности земной поверхности зеленым покровом. Лесные заросли тропиков и субтропических стран, тайга умеренных и северных широт, саванны, тундра — все они, поскольку они не тронуты человеком, являются разным выражением бессменного или периодически повторяющегося зеленого сплошного покрова планеты. Нарушение вносится человеком — но нельзя утверждать, что он уменьшает, а не только перераспределяет зеленый земной трансформатор энергии.

Всюду и сейчас растительные сообщества и формы отдельных растений приноровлены к тому, чтобы многократно перехватить солнечный луч, не дать ему миновать микроскопических хлорофилльных пластид. Нет сомнения, что, в общем, всюду за исключением постоянно или временно лишенных жизни азойных областей, луч света не может попасть на земную поверхность, не пройдя через слой живого вещества, в сотню раз, должно быть, превышающий ту площадь, которую бы он освещал в безжизненной среде косного вещества.

50. Суша составляет меньшую — 29,2 % часть лика Земли. Главная часть занята морем. И в нем сосредоточена главная масса зеленого живого вещества; оно является главным трансформатором световой лучистой солнечной энергии в земную химическую.

Зеленый цвет сосредоточенного в море живого вещества обычно не виден; это вещество распылено на мириады микроскопических,

[1]Азара де Фелис (18.05.1746—20.10.1811) — испанский топограф, натуралист.

всюду проникающих зеленых одноклеточных водорослей. Они свободно плавают, иногда сгущаясь, иногда разжижаясь, на всей безбрежной, исчисляемой миллионами квадратных километров, поверхности океана. Они проникают всюду, куда проникает солнечный луч, до глубины в 400 м, заносятся течениями, спускаются ниже, но главные массы их сосредоточены на глубинах 20—50 м. Они подымаются и опускаются, находясь в вечном движении. Их размножение меняется в зависимости от температурных и других условий, возрастает или уменьшается в зависимости от обращения планеты вокруг Солнца.

Едва ли можно сомневаться, что и здесь используется целиком все световое лучеиспускание Солнца. Совершенно правильно смещают друг друга по мере углубления зеленые, синие, бурые, красные водоросли; красные багрянки используют последние остатки не поглощенного водою солнечного света — голубую его часть. Как показал В.Энгельман[1], все эти разноцветные водоросли приспособлены к максимальному фотосинтезу в условиях находящихся в области их нахождения световых излучений.

Такая смена организмов с глубиной наблюдается везде в гидросфере. Местами — у берегов или у мелей или в таких своеобразных образованиях, как Саргассово море Атлантического океана, связанных с геологической историей местности, — невидимый глазом планктон сменяется огромными плавучими полями или лесами водорослей (иногда гигантских) и трав, много более могучими лабораториями химической энергии, чем самые большие лесные массивы суши.

Но площадь, ими занятая, невелика — порядка, для всех их, немногих процентов от общей площади чистого планктона.

51. В конце концов, на нашей планете поверхность ее покрывается временами зеленым сплошным покровом. Всегда лишенные зеленой растительности места, бедные жизнью, или азойные — без-

[1]Теодор–Вильгельм Энгельман (1843—1908) — немецкий физиолог–естествоиспытатель. Труды по физиологии нервно-мышечной системы и органов чувств, методике физиологических исследований. Открыл ассимиляцию CO_2 пурпурными бактериями.

жизненные пространства, едва ли составляют 5—6 % земной поверхности. Если даже мы примем их во внимание, то и в таком случае слой зеленого вещества, покрывающий нашу планету, занимает, повидимому, всегда площадь не только много превышающую ее поверхность, но находящуюся в соотношении с космическими явлениями — с Солнцем.

Несомненно, в среднем даже на суше площадь зеленого слоя, захватывающего солнечные лучи, превышает в максимальном его проявлении более чем в 100 раз ее поверхность, покрытую растительностью. В мощном верхнем слое мирового океана — в четыреста и более метров — зеленая поверхность той же толщины (примерно в толщину листа растения или зеленого слоя наземных зеленых протистов) превысит, несомненно, эту величину во много раз.

В конце концов, на пути солнечного луча получается сплошная поверхность микроскопических хлорофилльных трансформаторов его энергии, превышающая поверхность самой большой планеты солнечной системы — Юпитера или к ней близкая. Поверхность Земли равна $5{,}1 \cdot 10^8$ км^2, поверхность Юпитера — $6{,}3 \cdot 10^{10}$ км^2; принимая, что 5 % поверхности нашей планеты лишено зеленой растительности и что захватывающая солнечный луч площадь ее увеличивается размножением зеленой растительности от 100 до 500 раз, зеленая площадь в максимальном ее проявлении будет соответственно $5{,}1 \cdot 10^{10}$ — $2{,}55 \cdot 10^{11}$ км^2.

Едва ли может быть сомнение, что эти числа не случайны, и что указанный механизм находится в теснейшей связи с космическим строением биосферы. Он должен находиться в связи с характером и с количеством солнечного лучеиспускания.

Поверхность Земли составляет несколько меньше 0,0001 поверхности Солнца ($8{,}6 \cdot 10^{-5}$, т.е. 0,0086 %). Зеленая площадь ее трансформационного аппарата дает уже числа иного порядка — она составляет 0,86 — 4,2 % площади Солнца.

52. Невольно бросается в глаза, что порядок этих чисел отвечает порядку той части солнечной энергии, которая улавливается в биосфере живым зеленым веществом.

В связи с этим можно исходить из этого совпадения в исканиях объяснения зеленения Земли.

Захватываемая организмами солнечная энергия составляет небольшую часть той, которая достигает поверхности Земли, получающей в свою очередь от Солнца только ничтожную долю всего его излучения.

Из всей солнечной энергии, равной $4 \cdot 10^{30}$ больших кал/год, Земля, по С.Аррениусу[1], получает $1{,}66 \cdot 10^{21}$ больших кал/год.

Только эта космическая энергия и может быть принимаема во внимание при современной точности наших знаний в этой области. Едва ли радиация всех звезд, достигающих земной поверхности, много превышает $3{,}1 \cdot 10^{-5}$ % солнечной, как это было уже установлено И.Ньютоном[2]. Принимая во внимание лучеиспускание и всех планет, и Луны — значительная часть которого отраженная солнечная — количество энергии, этим путем получаемое Землей, не достигнет и 0,01 % всей энергии, получаемой земной поверхностью от Солнца.

Значительная часть этой энергии захватывается верхней земной оболочкой — атмосферой, и только 40 % — $6{,}7 \cdot 10^{20}$ кал достигает земной поверхности и находится, таким образом, в распоряжении зеленой растительности.

Из этой энергии главная часть идет на тепловые процессы земной коры и связана с тепловым режимом океана и атмосферы. Несомненно, значительная ее часть захватывается в этом режиме и живым веществом и нами не учитывается в балансе химической работы жизни. Но само собой разумеется, что в создании жизни в биосфере она играет огромную роль. Но она не проявляется непосредственно в создании новых химических соединений, которые одни лишь дают мерку химической работы жизни.

---

[1]Сванте Август Аррениус (19.02.1859, Уппсала — 2.10.1927, Стокгольм) — выдающийся шведский физико-химик и астрофизик, лауреат Нобелевской премии по химии (1903).

[2]Сэр Исаак Ньютон (25.12.1642 — 20.03.1727) — английский физик, математик и астроном, один из создателей классической физики.

На химическую работу, на создание нестойких в термодинамическом поле биосферы органических соединений, зеленая растительность использует только некоторые определенные излучения в пределах приблизительно 670—735 mμ (Danggeard, Desroche 1910—1911), хотя солнечный свет действует в фотосинтезе зеленых растений и другими своими излучениями, правда с меньшей интенсивностью, на всем огромном остальном протяжении спектра, по крайней мере, от 300 до 770 mμ.

В связи с этим, а не в связи с несовершенством аппарата трансформации, зеленое растение использует лишь небольшую часть солнечной радиации, его достигающей. По Ж.Буссенго, зеленое, культурное поле может захватить 1 % солнечной падающей энергии, превращая ее в органическое горючее вещество.

С.Аррениус думает, что в интенсивной культуре эта величина может быть поднята до 2 %. По Т.Броуну и Р.Эскомбу, она для зеленого листа достигает — по непосредственным наблюдениям — 0,72 %. Лесная площадь едва ли использует 0,33 % — исходя в вычислениях из древесины.

Эти числа, несомненно, являются минимальными, а не максимальными.

В исчислении Ж.Буссенго даже с поправкой С.Аррениуса принята во внимание растительность суши, притом при предположении, что культурой мы действительно увеличиваем плодородие почвы, а не создаем благоприятные условия для определенного культурного растения, погашая жизнь других, нам ненужных. Эти исчисления неизбежно не принимают во внимание жизни зеленой «сорной» и микроскопической растительности, пользующейся благоприятными условиями удобрения и обработки. Помимо полей, и на суше мы имеем богатые жизнью зеленые сгущения — болота, влажные леса и влажные луга, превышающие по количеству жизни насаждения человека.

По–видимому, в среднем количество зеленой растительности на единицу площади моря (гектар), где сосредоточена главная ее зеленая масса, дает числа того же порядка, как для единицы суши.

Большее годовое количество создаваемого в море живого вещества объясняется более быстрым темпом его размножения. Растительное вещество столь же быстро поглощается животным миром, как оно создается размножением. Этим путем в планктоне и в бентосе океана создаются такие скопления животной бесхлорофилльной жизни, которые лишь изредка наблюдаются — если наблюдаются — на суше.

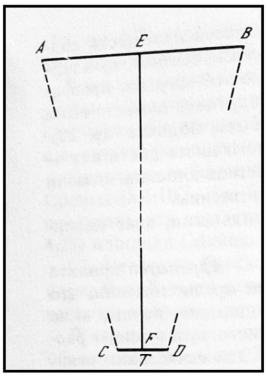
Но как бы ни пришлось увеличить минимальное число Аррениуса, можно и сейчас принять, что порядок явления им указан верно.

Зеленое вещество усваивает немногие проценты достигающей его солнечной лучевой энергии, по-видимому, больше двух ее процентов.

Эти 2 и больше процентов вполне попадают в пределы 0,8—4,2 % солнечной поверхности, которой отвечает зеленая трансформационная площадь биосферы. До растения достигает 40 % всей солнечной энергии, охватывающей нашу планету. 2 %, используемых растением, отвечает 0,8 % всей доходящей до Земли солнечной энергии.

Можно понять это совпадение только при наличности в механизме биосферы аппарата, использующего нацело, до конца, определенную часть солнечной энергии. Трансформационная зеленая площадь Земли, созданная энергией солнечной радиации, будет отвечать в таком случае той ее части, количеству тех определенной длины волны лучей, в ней находящихся, которые способны производить на Земле химическую работу.

Мы можем светящуюся поверхность быстро вращающегося Солнца, непрерывно освещающего Землю, принять за некоторую светящуюся площадь размера AB (см. рисунок).



Из этой площади непрерывно, из каждой ее точки, падают на поверхность Земли световые колебания, только m % которых — определенной длины волны лучей — могут с помощью зеленого живого вещества переходить в действенную химическую энергию биосферы. Поверхность быстро и непрерывно вращающейся

Земли может быть также заменена равною ей по величине освещаемой площадью. При огромных размерах диаметра Солнца, по сравнению с диаметром Земли, и большим расстоянием от него Земли, эта площадь, очевидно, на рисунке выразится точкой Т. Она будет как бы фокусом лучей, исходя-щих из светящегося Солнца АВ. Зеленый трансформационный аппарат биосферы состоит из тончайшего слоя мельчайших пылинок — хлорофилльных пластид. Их действие пропорцио-нально их поверхности, так как чрезвычайно быстро слой хлорофиллного вещества становится непрозрачным для химических лучей, им превращаемых. Очевидно, заменив и здесь поверхность освещаемых пластид их площадью, максимальная трансформация зеле-ными растениями солнечной энергии будет происходить тогда, когда на Земле будет существовать приемник света, площадь которого равна m % светящейся площади Солнца или больше ее. В таком случае все нужные для Земли лучи будут захвачены хлорофилльным аппаратом.

На рисунке CD обозначает диаметр той окружности, которая отвечает 2 % солнечной светящейся площади[1].

Весь чертеж отнесен к диаметрам кругов, площади которых отвечают светящейся поверхности Солнца (АВ) и принимающей свет поверхности Земли (Т и CD).

Вероятно, между радиацией Солнца, ее характером (процент лучей) площадью зеленой растительности (и азойными промежутками?) есть числовые соотношения, нам теперь неизвестные.

Космический характер биосферы должен глубоко сказываться и в ее дальнейшем, с этим связанном строении.

---

[1]На рисунке поверхности сведены к площадям; за единицу принят радиус площади, равной поверхности Солнца. Эти радиусы следующие:

Радиус площади, равной поверхности Солнца
r =1,3889·10^6 км =1

То же дли Земли		r1 =1,2741·10^4 км = 0,0091
-//-//-//-	2% поверхности Солнца	r2= 1,9650·10^5 км = 0,14148
-//-//-//-	8% -//-//-//-	r3= 1,2425·10^5 км = 0,08947

Выраженное в том же масштабе среднее расстояние Земли от Солнца будет равно 215= 1,4950·10^8 км.

53. Живое вещество часть получаемой им лучистой энергии держит непрерывно в своем веществе, в живых организмах. Это величина, отвечающая количеству организмов. Все указывает нам, как мы это увидим, что количество жизни на земной поверхности не только мало меняется в короткие промежутки времени, но почти неизменно или неизменно[1] и в геологические периоды, начиная с археозоя. Тесная зависимость количества жизни от лучистой энергии Солнца делает это эмпирическое обобщение особенно важным, так как оно связывает се с такой величиной, как солнечное лучеиспускание, неизменность которого в геологическое время — за время существования солнечной системы в ее современном виде — едва ли может возбуждать серьезные сомнения. Тесная зависимость основной части жизни — зеленого живого вещества — от солнечных лучеиспусканий определенной длины волны и открывающийся нам механизм биосферы, связанный с полным их использованием зеленой растительностью, дает еще новое указание на постоянство количества живого вещества в биосфере.

54. Количество энергии, ежесекундно находящейся в форме живого вещества, может быть учтено. По исчислениям С.Аррениуса зеленая растительность в форме своих горючих соединений заключает 0,024 % всей солнечной энергии, достигающей биосферы, т.е. $1{,}6 \cdot 10^{17}$ больших калорий.

Это огромное — планетное — число; оно мне кажется, однако, очень преуменьшено. В другом месте[2] я пытался выяснить, что число Аррениуса должно быть увеличено по крайней мере в 10 раз, а может быть, еще больше.

Вероятно, больше 0,25 % солнечной энергии, получаемой Землей, находится все время в запасе — в живом веществе, в форме соединений, находящихся в особом термодинамическом поле, отличном от термодинамического поля косной материи биосферы.

Несмотря на огромные количества вещества, постоянно во время жизни проходящего через организмы, большие количества, на-

[1]Т.е., как во всех равновесиях, колеблется около статического состояния.

[2]Vernadsky. La geochimie, P., 1924. P. 308.

пример, создаваемого ими свободного кислорода (около $1{,}5 \times 10^{21}$ г), энергетический годовой эффект жизни выражается в меньших числах, чем создаваемые ею, постоянно восстанавливающиеся размножением и постоянно умирающие существа. Как указывалось ранее, в течение года передвигаются массы элементов, во много раз превышающие вес земной коры до 16 км мощностью, многократные числа порядка 10^{25} г.

Насколько мы можем сейчас его учесть, энергетический привнос живого вещества в биосферу в течение года не так уже много превосходит ту энергию, которую живое вещество держит в своем термодинамическом поле сотни миллионов лет. Она сохраняет в себе — в форме горючих своих соединений — не менее 1×10^{18} больших калорий и она использует в год на связанную с их новым созданием и восстановлением истраченного работу не менее 2 % падающей на поверхность Земли и океана энергии, т.е. не менее $1{,}5 \times 10^{19}$ больших калорий. Если это число и будет при дальнейшем изучении увеличено, едва ли порядок — 10^{19} калорий изменится.

Так как количество живого вещества остается незыблемым в течение всего геологического времени, связанная с его горючей частью энергия может считаться всегда присущей жизни. В таком случае $n \cdot 10^{19}$ больших калорий в год выразит энергию, ежегодно передающуюся жизнью в биосферу.

НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О ЖИВОМ ВЕЩЕСТВЕ В МЕХАНИЗМЕ БИОСФЕРЫ

55. Зеленое живое вещество, несмотря на все его значение, не охватывает всех основных проявлений жизни в биосфере.

Химия биосферы вся проникнута явлениями жизни, захваченной ею космической энергией и не может быть понята, даже в своих основных чертах, без выяснения места живого вещества в механизме биосферы, причем она только отчасти связана с зеленым растительным миром.

Механизм этот известен нам в далеко недостаточной степени, но уже теперь можно указать некоторые его правильности, которые мы должны рассматривать, как эмпирические обобщения.

В будущем картина явления, несомненно, изменится для нас в чрезвычайной степени, но уже и теперь мы должны на каждом шагу считаться с ее хотя бы несовершенными образами.

Я вкратце остановлюсь здесь на некоторых из них, кажущихся мне наиболее основными.

В истории химического состава живого вещества давно замечена особенность, регулирующая всю его геохимическую историю в биосфере, которая была отмечена глубоким русским натуралистом К.М. фон Бэром. Он выразил это для углерода, позже то же было отмечено для азота и может быть целиком перенесено на всю геохимическую историю элементов. Это закон бережливости в использовании живым веществом простых химических тел, раз вошедших в его состав.

Бережливость в использовании живым веществом необходимых для жизни химических элементов проявляется различным образом. С одной стороны, она наблюдается в пределах самого организма. Раз вошедший в него элемент проходит в нем длинный ряд состояний, входит в ряд соединений, прежде чем он выйдет из него и будет для него потерян. Организм вместе с тем вводит в свою систему только необходимые количества элементов для своей жизни, избегая их излишка.

Но это одна сторона явления, на которую обратил внимание К.М. фон Бэр и которая, очевидно, связана с автономностью организма и с свойственными ему системами равновесия, достигающими устойчивого состояния, обладающего наименьшей свободной энергией.

Еще резче выражена эта особенность геохимической истории организмов в их живом веществе, в их совокупности. В неисчислимых биологических явлениях наблюдается проявление здесь закона бережливости. Атомы, вошедшие в какую-нибудь форму живого вещества, захваченные единичным жизненным вихрем, с трудом

возвращаются, а может быть, и не возвращаются назад, в косную материю биосферы. Организмы, поедающие других, паразиты и организмы симбиозов, сапрофиты, немедленно вновь переводящие в живую форму материи только что выделенные остатки жизни, в действительности сами в значительной части всегда живые, пропитанные ее микроскопическими формами, новые поколения, получаемые размножением — все эти разнородные, неисчислимые механизмы улавливают атомы в изменяющейся среде, удерживают их в жизненных вихрях, переводя их из одного в другой.

И это имеет место на протяжении всего круга жизни, сотни миллионов лет. Несомненно, часть атомов неизменного покрова жизни, энергия которого все время держится на уровне порядка 10^{18} больших калорий, никогда не выходит из жизненного круговорота. В образном выражении К.М. фон Бэра — жизнь бережлива в своих тратах захваченного вещества, с трудом и неохотой отдает его назад. Нормально она его назад надолго или совсем не выпускает.

56. Благодаря «закону бережливости», можно говорить об атомах, остающихся в пределах живой материи в течение геологических периодов, все время находящихся в движении и в миграциях, но не выходящих назад в косную материю.

Это эмпирическое обобщение — в связи с той совершенно неожиданной и своеобразной картиной, какую оно нам рисует, — невольно заставляет углубиться в те следствия, которые из него могут быть сделаны, заставляет искать его объяснения.

Сейчас можно это делать только гипотетически. И прежде всего это обобщение выдвигает перед нами вопрос, раньше в науке не ставившийся, но подымавшийся в разной форме в философских и теологических спекуляциях. Являются ли атомы, так удержанные живым веществом, теми же, какие мы видим в косной материи? Или же мы имеем среди них иные изотопы, особые их смеси? Это может решить только опыт, который стал этим путем на очередь дня.

57. Одним из важнейших проявлений жизни, имеющих огромное значение в биосфере, является газовый обмен организмов с окружающей их газовой средой. Часть этого газового обмена была правиль-

но понята еще А.Лавуазье[1] — как горение. Этим путем атомы углерода, водорода и кислорода постоянно в огромном числе выходят из жизненных вихрей и в него входят.

Очень возможно, что такое горение в организме не касается основного субстрата жизни — протоплазмы. Возможно, что при жизни организма атомы углерода, уходящие в виде углекислоты в атмосферу или в воду, происходят от стороннего в него входящего вещества — пищи, а не от вещества, строящего углеродистый остов организма.

В таком случае только в протоплазматической основе жизни и ее образованиях будут собираться удержанные в живой материи, не выходящие из нее атомы.

Является необходимым сейчас пересмотреть представление о характере обмена (движения атомов) внутри организма, об устойчивости протоплазмы — воззрения, выдвинутого еще Кл.Бернаром[2] и не раз подымавшегося в науке.

Может быть, существует связь между этими идеями К.Бернара, между обобщениями К.М.Бэра относительно бережливости жизни и установленным геохимией фактом постоянства количества живого вещества в биосфере.

Возможно, что все эти идеи относятся к одному и тому же явлению, а именно к неизменности массы протоплазматических образований в биосфере в течение геологических периодов.

58. Это вопросы, на которые мы пока не имеем ответов. Но одна их постановка очевидно меняет наше понимание окружающего.

Изучение явлений жизни в масштабе биосферы дает нам и более определенные указания на теснейшую связь между ней и между биосферой, указывает, что явления жизни должны быть рассматриваемы, как части механизма биосферы, и что те функции, какие живое вещество исполняет в этом сложном, но вполне законообразном ме-

---

[1]Антуан Лоран Лавуазье (26.08.1743, Париж — 8.05.1794, Париж) — основатель современной химии.

[2]Клод Бернар (12.07.1813, Сен–Жюльен — 10.02.1878, Париж) — французский медик, исследователь процессов внутренней секреции, основоположник эндокринологии.

ханизме — в биосфере,— основным глубочайшим образом отражаются на характере и на строении живых существ.

Среди этих явлений на первом месте должен быть поставлен газовый обмен организмов — их дыхание. Едва ли может быть сомнение в его тесной связи с газовым обменом планеты, одну из важнейших, если не важнейшую часть которого он составляет.

В 1840–х годах, в замечательной лекции в Париже, Ж.Дюма[1] и Ж.Буссенго указали, что живое вещество может быть рассматриваемо как придаток атмосферы. Оно в своей жизни строит из газов атмосферы — кислорода, углекислоты, воды, соединений азота и серы — тело организмов, переводит эти газы в горючие тела — жидкие и твердые, собирает в виде них космическую энергию Солнца. После своей смерти и во время процесса жизни, при газовом обмене, оно отдает назад в атмосферу те же газообразные части.

Несомненно, это представление отвечает действительности. Генетическая связь жизни с газами биосферы чрезвычайно велика. Она даже глубже, чем это с первого взгляда кажется. Газы биосферы всегда генетически связаны с живым веществом, и земная атмосфера им определяется в своем основном химическом составе.

Я уже указывал на это явление, когда говорил о значении газового обмена в создании и определении размножения организмов, т.е. проявления их геохимической энергии.

Все количество газов, таких, как свободный кислород и углекислота, которые находятся в атмосфере, состоит в динамическом равновесии, в вечном обмене с живым веществом.

Потерянные живым веществом газы немедленно в него возвращаются, и их вход и. выход из организма нередко совершается почти мгновенно. Газовый ток биосферы теснейшим образом связан таким образом с фотосинтезом, с космическим источником энергии.

59. Все же возвращается сейчас же назад, в живое вещество, после его разрушения лишь большая часть атомов, в нем бывших.

---

[1]Жан Батист Андре Дюма (14.07.1800, Алес — 11.04.1884, Канны) — французский химик-органик и государственный деятель.

Меньшая их часть — ничтожный их весовой процент — выходит на долгое время из жизненного процесса.

Этот небольшой процент вещества не является случайностью. Он, по-видимому, постоянен и неизменен для каждого элемента.

Он возвращается назад в живое вещество иным путем тысячелетия, миллионы лет спустя. В это промежуточное время, выделившееся из живой материи вещество играет огромную роль в истории биосферы и даже земной коры вообще, так как значительная часть этих атомов выходит на долгое время из пределов биосферы...

Мы имеем здесь дело с новым процессом — с медленным проникновением внутрь планеты лучистой энергии Солнца, достигшей его поверхности.

Этим путем живое вещество меняет биосферу и земную кору. Оно непрерывно оставляет в ней часть прошедших через него химических элементов, создавая огромные толщи неведомых помимо него вадозных минералов или пронизывая тончайшей пылью своих остатков косную материю биосферы. Оно, с другой стороны, своей космической энер-гией нарушает формы тех фреатических и ювенильных соединений, которые образовались помимо непосредственного его влияния.

Вся земная кора целиком, на всю доступную нашему наблюдению глубину, изменена этим путем. Все глубже и глубже, в течение геологического времени, этим воздействием живого вещества проникает внутрь планеты измененная лучистая космическая энергия. Вадозные минералы, изменяясь в фреатические формы молекулярных систем, являются орудием этого переноса.

Характерно, что такое влияние на все вещество биосферы — особенно создание толщ вадозных минералов — связано с деятельностью водных организмов. Постоянно идущее перемещение водных вместилищ в геологическое время распространяет получаемые этим скопления свободной химической энергии космического происхождения на всю планету.

Косное вещество биосферы есть в значительной мере создание жизни, и в этом отношении были более по существу правы в сво-

ем представлении о ее геологическом значении натуралисты–философы начала XIX века — Л.Окен[1], Х.Стеффенс[2], Ж.Ламарк[3], — чем геологи позднейших поколений

По–видимому, все эти явления имеют характер установившихся равновесий, и участвующие в них массы вещества также мало меняются, как мало меняется определяющая их, достигающая нашей Земли энергия Солнца.

60. В конце концов, в наружной оболочке — в биосфере — значительная масса ее вещества захватывается и собирается в живых организмах, является измененной под влиянием космической энергии Солнца. Вес биосферы должен быть порядка 10^{24} г. Но само активное живое вещество, носитель солнечной энергии, составляет в среднем не более 1 % веса этой наружной земной оболочки, — вероятно, даже доли процента. Тем не менее, местами оно господствует над косной материей и в тонком слое, например в почве, может составлять значительно больше 25 % по весу.

Итак, появление и образование на нашей планете живой материи есть явным образом явление космического характера, и это чрезвычайно ярко проявляется в отсутствии абиогенеза, т.е. в том, что в течение всей геологической истории живой организм происходит из живого же организма, все организмы генетически связаны, и нигде мы не видим, чтобы солнечный луч мог захватываться и солнечная энергия превращаться в химическую вне ранее существовавшего живого организма.

Как мог образоваться этот своеобразный механизм земной коры, каким является охваченное жизнью вещество биосферы, непрерывно действующий в течение сотен миллионов лет геологического времени, — мы не знаем. Это является загадкой, так же как загадкой в общей схеме наших знаний является и сама жизнь.

---

[1]Лоренц Окен (1.08.1779 — 11.08.1851) — немецкий ботаник, миколог, зоолог, натуралист (естествоиспытатель), физиолог, доктор медицинских наук, философ, профессор.

[2]Хенрик Стеффенс (2.05.1773, Ставангер — 13.02.1845, Берлин) — немецкий учёный-универсалист, натурфилософ и писатель-романтик, выходец из Норвегии.

[3]Жан Батист Пьер Антуан де Моне Ламарк (1.08.1744 — 18.12.1829) — французский учёный-естествоиспытатель.

Очерк второй
ОБЛАСТЬ ЖИЗНИ

...В лучах огневицы развил он свой мир,
Земля зеленела, светился эфир...
Тютчев, 1831

БИОСФЕРА — ЗЕМНАЯ ОБОЛОЧКА

Значение живого в строении земной коры медленно вошло в сознание ученых и еще до сих пор обычно не оценивается во всем его объеме.

Только в 1875 г. один из крупнейших геологов девятнадцатого века, профессор Венского университета Э.Зюсс, ввел в науку представление о биосфере, как об особой оболочке земной коры, охваченной жизнью. Он закончил этим медленно проникавшее в научное сознание представление о вездесущности жизни и о непрерывности ее проявления на земной поверхности.

Введя новое понятие об особой земной оболочке, которая обусловлена жизнью, Э.Зюсс высказал в действительности новое очень большое эмпирическое обобщение, всех последствий которого он не предвидел. Это обобщение только теперь начинает выясняться, благодаря новым научным достижениям, в его время неизвестным.

Биосфера составляет верхнюю оболочку, или геосферу, одной из больших концентрических областей нашей планеты — земной коры.

Физические и химические свойства нашей планеты меняются закономерно в зависимости от их удаленности от центра. В концентрических отрезках они идентичны, что может быть установлено исследованием.

Можно различить две формы в этой структуре: с одной стороны, большие концентрические области планеты — концентры, с дру-

гой — более дробные подразделения, называемые земными оболочками, или геосферами[1].

По–видимому, вещество этих областей отделено друг от друга и если переходит из одной области в другую, то этот переход совершается чрезвычайно медленно или временами и не является фактом ее текущей истории.

Каждая область представляет, по-видимому, замкнутую, независимую от другой механическую систему.

Земля сотни миллионов лет, если не миллиарды их, находится, в общем, в одних и тех же термодинамических условиях. Неизбежно думать, что в ней за это время установились устойчивые неизменные равновесия вещества и энергии, там где не было внешнего (для механических систем ее составляющих) притока действенной энергии.

Надо думать, что в замкнутых областях Земли мы имеем механические системы тем более совершенного равновесия, чем меньше к ним приток сторонней энергии.

Таких областей, по крайней мере, три: 1) ядро планеты, 2) промежуточный слой, называемый иногда «сима» (по Зюссу) и 3) земная кора.

61. Ядро земного шара имеет совершенно иной химический состав, чем та земная кора, в которой мы находимся. Возможно, что вещество ядра находится в особом газообразном состоянии (закритического газа), но наши представления о физическом состоянии вещества глубоких частей планет, находящихся под давлением во многие десятки, если не сотни, тысяч атмосфер, очень гадательны. Допустимо нахождение этих тяжелых элементов или их простых соединений в ядре планеты и в твердом или вязком состоянии и в газообразном; мыслима для них и высокая температура — в тысячи

[1]Слово «геосфера» употребляется многими геологами и географами в указанном смысле. Кажется, Д.Меррей[2] впервые (1910) ввел это выражение. Он опирается на идеи Э.Зюсса.

[2]Джон Меррей (1841—1914) — английский океанограф, иностранный член-корреспондент Петербургской АН (1897). Участник кругосветной экспедиции на «Челленджере» (1872—1876), руководил обработкой ее материалов. Дал классификацию морских грунтов.

градусов, и низкая температура, близкая к температуре космического пространства. Обычно законность этого последнего допущения оставляется без внимания, вследствие чего оценка пределов нашего незнания искажается.

Иной и необычный для земной коры химический состав ядра следует из большого удельного веса планеты (5,7) по сравнению с удельным весом верхних оболочек земной коры (2,7). Ядро не может иметь удельный вес меньше 8, а может быть даже 10 и больше[1]. Думают — и это возможно, — что оно состоит из металлического железа и его металлических соединений.

Несомненно, что на глубине около 2900 км от уровня океана наблюдается сильное изменение в механических свойствах вещества планеты. Этот факт, прочно установленный изучением землетрясений, кажется, не подлежит сомнению.

Такое изменение свойств вещества часто объясняют гипотезой, что сейсмические волны на такой глубине входят в другую область. Эта глубина отвечала бы тогда поверхности металлического ядра.

Однако возможно предположить для этой границы и менее значительные глубины — 1200 или 1600 км, соответствующие другим скачкам, наблюдающимся в ходе сейсмических волн.

62. Новые данные в этой области будут получены гораздо скорее, чем это еще недавно считали возможным. Если сравнить результаты петрогенных исследований с результатами сейсмических наблюдений, то можно заметить, что породы, содержащие силикаты и алюмосиликаты, занимают значительно большее место в структуре планеты, чем это думали раньше. Главным образом это видно из замечательных наблюдений хорватских ученых — А. и С.Мохоровичичей[2,3], отца и сына. Они в последнее время привлекали

---

[1]По А.Зибергу (1923), основывающемуся на представлениях Э.Вихерта удельный вес ядра 9,1.

[2]Андрей Мохоровичич (23.01.1857, Волоска — 18.12.1936, Загреб) — хорватский геофизик и сейсмолог, член Хорватской АН (1898). Отец Мохоровичича С.

[3]Степан Мохоровичич (20.08.1890—13.02.1980) — хорватский геофизик и сейсмолог. Сын Андрея Мохоровичича.

внимание к этому факту, и их работы являются несомненным достижением в сравнении с изысканиями их предшественников.

63. Теперь можно определить некоторые существенные особенности второй концентрической области Земли, названной Э.Зюссом симой, которая, как ему казалось, характеризуется преобладанием атомов Si, Mg и O.

Эта область, прежде всего, отличается своей мощностью; она занимает многие сотни километров, может быть, превышает тысячу километров. Затем для этой области характерно, что в ней пять химических элементов — Si, Mg, O, Fe и Al — играют очень важную роль. Увеличение количества более тяжелого элемента — железа, по-видимому, связано с глубиной.

Возможно, что породы, аналогичные основным породам земной коры, третьей области, также играют большую роль в строении области симы. Механические свойства этих пород напоминают эклогиты, по мнению некоторых ученых — геологов и геофизиков.

64. Верхнюю границу области симы представляет земная кора, средняя мощность которой — немного меньше 60 км — довольно точно установлена разными наблюдениями, независимыми одни от других: с одной стороны, путем изучения землетрясений, с другой стороны, путем измерения силы тяжести.

Изостатическая поверхность отделяет область симы от земной коры. Она показывает замечательную особенность области симы, в корне отличающую ее от области земной коры. Материя симы во всех концентрических слоях, которые в ней различаются, является гомогенной.

Физические и химические свойства симы концентрически меняются в зависимости от расстояния изучаемых точек от центра планеты.

Что касается материи земной коры, то она в пределах одного и того же концентрического слоя на одинаковом расстоянии от центра планеты является различной.

При этих условиях не может быть сколько-нибудь значительного обмена между веществом симы и веществом земной коры.

65. Эти данные заставляют нас, прежде всего, оставить в стороне всякого рода представления о симе как об области планеты, богатой свободной энергией.

Энергия ее по отношению к изучаемым нами явлениям может бать только потенциальной, проявление которой никогда не достигало и не достигает земной поверхности. Оно не достигало ее в течение всего геологического времени — сотен миллионов лет. Мы можем принимать это положение как эмпирическое обобщение, подтверждае всей логической силой геологических наблюдений.

Другими словами, нет никаких данных, которые указывали бы, что сима не находится в состоянии химической индифферентности, полного и неизменного в течение всего геологического времени устойчивого равновесия.

На возможность такого ее и ядра состояния указывает, во-первых, то, что мы не знаем в изученных слоях земной коры ни одного научно установленного случая притока вещества из глубоких частей планеты, лежащих за пределами земной коры, и, во–вторых, то, что нет ни одного на ней явления, в котором бы проявлялась предполагаемая в симе свободная энергия, например возможная ее высокая температура. Проникающая из глубин на земную поверхность свободная энергия — теплота — связана не с симой, а с атомной энергией радиоактивных химических элементов, по–видимому, сосредоточенных главным образом в земной коре, в верхних слоях планеты, в условиях, позволяющих проявление их энергии в форме, способной производить работу.

66. Среди тех явлений, какие мы наблюдаем на земной поверхности, распределение силы тяготения дает нам возможность проникнуть внутрь планеты глубже, чем все другие, за исключением землетрясений.

Основным для него фактом является то, что оно связано с очень своеобразным и определенным строением верхней части нашей планеты. Распределение тяжести указывает на то, что большие участки коры разного удельного веса (от 1 для воды до 3,3 — для основных пород) все сосредоточены только в верхней части планеты; они раз-

мещаются на ней так, что в вертикальном разрезе легкие участки компенсируются более тяжелыми и на некоторой глубине — на изостатической поверхности — устанавливается полное равновесие; ниже ее слои планеты оказываются на всем протяжении каждого слоя одного и того же удельного веса.

Логическим выводом отсюда является то, что ниже изостатической поверхности отсутствует возможность механических нарушений и химических различий в слоях одинаковой глубины: должно существовать полное равновесие вещества и энергии.

Изостатическую поверхность ввиду этого удобно принять за нижнюю границу земной коры и за верхнюю границу симы. Она определяет очень важное свойство планеты: отделяет область изменений от области неизменных устойчивых равновесий.

Мы видели в первом очерке, что лик планеты — биосфера, верхняя оболочка этой области изменений, получает энергию, вызывающую в ней изменения, из космической среды, от Солнца. Мы знаем и еще увидим, что в ней есть приспособления, которые передают эту действенную солнечную энергию в глубь биосферы.

Но в земной коре есть и другой источник свободной энергии — радиоактивная материя, производящая еще более мощные нарушения ее устойчивых равновесий.

Достигают ли радиоактивные атомы симы, мы не знаем, но кажется несомненным, что количество радиоактивных веществ не может быть в ней того же порядка, как в земной коре, так как иначе тепловые свойства планеты были бы совершенно иными; по-видимому, радиоактивные вещества — источники свободной энергии нашей планеты — не идут в симу или быстро в ней сходят на нет.

67. Наши представления о физическом состоянии области симы очень неполны.

Температура этой области, по-видимому, не очень высока, и необычайное состояние, присущее ее материи, вызвано в первую очередь действием большого давления. Механические особенности этой материи, идущей до глубины по меньшей мере 2000 км, резко отличны от всех привычных нам состояний, но во многом аналогич-

ны твердому состоянию (С.Мохоровичич, 1921). Давление на этих глубинах так велико, что оно превосходит наше воображение и разбивает наши построенные на опытных данных представления о трех состояниях вещества: твердом, жидком и газообразном. Уже у верхней границы симы, где давление достигает 20 тыс. атм. перестает существовать какое бы то ни было различие между твердым, жидким и газообразным состоянием в их обычных характерных параметрах, как это следует из опытов П.В.Бриджмэна[1].

Конечно, такая материя не может иметь кристаллическое строение. Возможно, что она имеет стекловатую структуру или структуру металла под большим давлением; это наиболее удовлетворительные представления, которые могут быть в ней даны.

Слои этой области вполне однородны, гомогенны, и по мере увеличения давления они с глубиной все больше изменяются.

68. Глубина изостатической поверхности точно не известна. Вначале ей придавали глубину в 110—120 км. Более новые исчисления дают меньшие цифры, в 60 и 90 км.

По–видимому, уровень ее в разных местах весьма различен и форма ее неизменно медленно меняется под влиянием источников свободной энергии, находящихся в земной коре, того, что мы называем геологическими изменениями.

Выше изостатической поверхности лежит та область планеты, которая была названа земной корой в связи с давними в геологии гипотезами, указывающими, что на геологически изучаемой земной поверхности мы сталкиваемся со следами и остатками коры застывания когда–то жидкой планеты. Это было связано с научными космогоническими гипотезами о прошлом Земли, наиболее глубоким выражением которых явилась гипотеза П.Лапласа[2], получившая ши-

[1]Перси Уильямс Бриджмен (21.04.1882, Кембридж, Массачусетс — 20.08.1961, Рэндольф, Нью–Гемпшир) — американский физик, лауреат Нобелевской премии по физике в 1946 г. «за изобретение прибора, позволяющего создавать сверхвысокие давления, и за открытия, сделанные в связи с этим в физике высоких давлений».

[2]Пьер–Симон Лаплас (23.05.1749 — 5.03.1827) — французский математик, физик и астроном; известен работами в области небесной механики, дифференциальных уравнений, один из создателей теории вероятностей.

рокое распространение в ученой среде, одно время переоценившей ее научную ценность. Однако мало–помалу выяснилось, что нигде в доступных нам слоях мы не встречаем следов такой первичной коры застывания, что геологически нигде не сказывается гипотетическое огненно–жидкое прошлое нашей планеты. Гипотезы о первичном огненно–жидком состоянии планеты, таким образом, исчезли. Но исторически вошедший в науку термин «земная кора» сохранился, получив иной смысл.

69. В этой земной коре мы различаем ряд оболочек, концентрически в ней распределенных, хотя поверхности их разграничения в общем не являются шаровыми.

Каждая концентрическая оболочка характеризуется своими, в значительной степени независимыми и замкнутыми системами динамических равновесий — физическими и химическими. Разграничение отдельных оболочек иногда затруднительно, по–видимому, в связи с крупными проблемами наших знаний.

Более точно можем мы это делать для верхних частей твердой фазы планеты и для нижних, газообразных. На глубину 16—20 км от земной поверхности, на высоту 10—20 км от нее к нам доходят или доходили химические соединения. Изучение геологического строения Земли свидетельствует о том, что не дальше указанных глубин образовались самые глубокие известные нам массивные породы. Мощность в 16 км отвечает толще осадочных и метаморфических пород. Можно думать, что химический состав верхних 16—20 км обусловлен теми же геологическими процессами, какие мы сейчас изучаем. Этот состав нам в общих чертах точно известен.

За этими пределами наши знания становятся значительно менее точными не только оттого, что мы не можем сейчас точно установить вещество, к нам оттуда доходящее, но и потому, что состояния вещества в этих пределах высоких и низких давлений нам, несмотря на большие успехи опытных наук, во многом неясны. Но, несомненно, здесь мы стоим на прочной почве — развитие наших знаний идет медленно, но неуклонно. И, очевидно, наши старые представления о земной коре подвергаются коренному пересмотру, который только что начинается.

С этой точки зрения необходимо отметить некоторые важные для понимания строения земной коры, вырисовывающиеся явления.

Во–первых, в высоких слоях газовой оболочки планеты вещество находится в состоянии, резко отличном от того, какое мы привыкли видеть вокруг нас. Может быть, мы имеем здесь дело (выше 80—100 км) с областью планеты, отличной от земной коры. Здесь, в разреженной материальной среде, в форме электронов и ионов сосредоточены огромные запасы свободной энергии, значение которой в истории планеты нам неясно.

Затем представляется сейчас почти несомненным, что сплошное огненно-жидкое состояние внутренних слоев планеты, проявлением которого считали выливающиеся на земную поверхность вулканические породы, не существует. Необходимо допустить существование больших или малых участков магмы, т.е. переполненного газами вязкого жидкого горячего (600—1000°) силикатного расплава среди преобладающей твердой или полутвердой вязкой горячей оболочки. Ничто не указывает, чтобы очаги магмы проникали всю земную кору и чтобы температура всей коры была столь же высока, как температура этих горячих, богатых газами расплавов.

Хотя структура глубинной части земной коры таит еще много загадок, все же успехи науки в этой области за последние годы привели к замечательным достижениям.

Земная кора, по–видимому, состоит из кислых и основных пород, которые мы наблюдаем и на поверхности. Кислые породы, граниты и гранодиориты расположены под континентами, толщина их достигает порядка 15 км, иногда немного меньше. Основные породы господствуют на глубинах.

Под гидросферой они приближаются к земной поверхности. Эти породы беднее свободной энергией, радиоактивными химическими элементами.

Нужно принять существование, по меньшей мере, трех оболочек ниже земной поверхности. Одна из них, верхняя оболочка, отвечает кислым породам (гранитная оболочка). Она кончается на глубине 9—15 км ниже поверхности и относительно богата радиоактивными элементами.

Около 34 км ниже поверхности в свойствах материи обнаруживается новое большое изменение (Х.Жеффрейс[1], С.Мохоровичич), которое показывает, вероятно, нижнюю границу существования кристаллического состояния вещества. Это вместе с тем верхняя граница стекловатой оболочки Р.Дели[2]. Глубже лежат основные породы, частично кислые породы в состоянии, аналогичном стеклу, в котором они нам не знакомы.

Второе сильное изменение замечается на глубине в среднем около 60 км от земной поверхности; оно, вероятно, является результатом появления тяжелых пород, влияние которых сказывается на сейсмических явлениях; это, может быть, эклогиты[3], плотность которых не меньше 3,3—3,4.

Здесь мы входим в область симы; удельный вес пород все увеличивается и достигает на ее границе 4,3—4,4 (Л.Адамс[4] и Е.Вильямсон, 1925). Эти краткие замечания дают лишь очень общее впечатление о сложности явления.

70. Выяснение существования земных оболочек шло эмпирическим путем в течение долгого времени. Некоторые из них, например, атмосфера, установлены столетия назад, и их существование вошло в обиход текущей жизни.

Но лишь в конце XIX — в начале XX столетия были уловлены основания их выделения, и до сих пор понимание их значения в строении земной коры не вошло в общее научное сознание.

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.

---

[1]Джеффрис Харольд Жеффрейс (22.04.1891 — 18.03.1989) — английский математик, статистик, астроном и геофизик.

[2]Реджинальт Олдуорт Дели, Дейли (19.5.1871, Напани, Канада, — 19.9.1957, Кембридж, Массачусетс) — американский геолог и петрограф.

[3]Конечно, судя по стругтуре этих образований, которая, по–видимому, не кристаллическая, это не эклогиты петрографов; они только отвечают эклогитам по их удельному весу. Эклогиты верхних частей земной коры отвечают самым глубоким частям земной коры, которые могут быть исследованы de visu.

[4]Адамс Лисон Хеберлинг (16.01.1887—20.08.1969) — американский геофизик и геохимик.

Благодаря этому в чрезвычайной сложности химической структуры земной коры все же всюду проявляются и бросаются в глаза общие черты, позволяющие различать в сложных природных явлениях — эмпирическим путем — основные их состояния и классифицировать те сложные системы динамических равновесий, которым в таком упрощенном представлении отвечают земные оболочки.

Законы равновесий в общей математической форме были выявлены Дж.Гиббсом[1] (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 чисто 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, характеризуемые физическим состоянием (твердым, жидким и т.д.) входящих в их состав тел, и, наконец, химические оболочки, отличающиеся своим химическим составом.

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.

71. Обычно принимаемые во внимание независимые переменные неоднородных равновесий, изучаемых в наших химических лабораториях, — температура, давление, состояние и состав вещества, — не охватывают всех их форм. Гиббс математически изучал уже электродинамические равновесия. Огромное значение имеют в природных земных равновесиях разнообразные поверхностные

[1]Джозайя Уиллард Гиббс(1839—1903) — американский математик, физик и физикохимик, один из создателей векторного анализа, статистической физики, математической теории термодинамики, что во многом предопределило развитие всех современных точных наук и естествознания в целом.

силы. Большое внимание обратили на себя в химии явления и фотосинтеза, где независимой переменной является лучистая световая энергия. В явлениях кристаллизации мы учитываем векториальные кристаллические энергии: внутреннюю, например, в двойниках, и поверхностную — во всех кристаллах.

Вводя в физико-химические процессы земной коры световую солнечную энергию, живые организмы, однако, по существу и резко отличаются от остальных независимых переменных биосферы. Подобно им, живые организмы меняют ход ее равновесий, но в отличие от них 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.

С химической точки зрения, их автономность резко сказывается в том, что химические соединения, в них образующиеся, обычно не могут получиться вне их в обычных условиях косной среды биосферы. Попадая в условия этой среды, они неизбежно оказываются неустойчивыми, в ней разлагаются, переходят в новые тела и этим путем являются в ней нарушителями ее равновесия, источником свободной в ней энергии.

Они получаются в живом веществе нередко в условиях, резко отличных от тех, которые мы наблюдаем в биосфере. В последней, например, никогда не может идти и никогда не наблюдается разложение молекул углекислоты и воды — один из основных биохимических процессов. На нашей планете он может идти только в глубоких областях магмосферы, вне биосферы. В наших лабора-

ториях мы его можем производить только при высоких, не существующих в биосфере температурах. Ясно, что термодинамическое поле живого вещества резко отлично от термодинамического поля биосферы, как бы мы это отличие ни объясняли. Эмпирически живые организмы могут быть описываемы как особые, чуждые биосфере, в ней отграниченные термодинамические поля ничтожных по сравнению с ней размеров, несущие энергию солнечного луча и им в ней создаваемые. Их размеры колеблются в пределах от $n \cdot 10^{-15}$ до $n \cdot 10^{-12}$ $см^3$.

Как бы мы ни объясняли их существование и их образование в биосфере, несомненным фактом является изменение всех химических равновесий в биосфере в их присутствии, причем общие законы равновесий не нарушаются и живые существа, взятые в совокупности (т.е. живое вещество, им отвечающее) могут быть рассматриваемы как особая форма независимых переменных энергетического поля планеты.

72. Это влияние живых существ теснейшим образом связано с их питанием, дыханием, с их разрушением и умиранием, т.е. с теми процессами жизни, при которых химические элементы в них входят и из них выходят.

Эмпирически несомненно, что химические элементы, вступая в живой организм, попадают в такую среду, аналогичной которой они не находят нигде в другом месте на нашей планете.

Мы выражаем это явление, говоря, что, вступая в организмы, химические элементы попадают в новую форму нахождения.

Вся их история в этой форме нахождения чрезвычайно резко отличается от их истории в других частях нашей планеты. Ясно, что это отличие связано с глубоким изменением атомных систем в живом веществе. Есть веские основания думать, что в нем химические элементы не дают смесей изотопов. Это должен решить опыт.

Одно время — многие и до сих пор — приводили в связь особенность истории химических элементов в живом веществе с огромным преобладанием в нем дисперсного состояния соединений элементов, их коллоидальных систем, но такие же коллоидальные системы на-

блюдаются и в других случаях в биосфере и явно не связаны с живыми организмами. По нашим современным представлениям, дисперсные системы (коллоиды) всегда связаны с молекулами, но не с атомами. Одного этого факта уже достаточно, чтобы искать объяснения различных форм нахождения химических элементов не в коллоидальном состоянии, так как формы нахождения как раз характеризуются состоянием атомов.

73. Понятие формы нахождения химических элементов было введено мною (1921) как эмпирическое обобщение. Под этим понятием я подразумеваю такие особые участки термодинамических полей нахождения атомов, в которых наблюдаются резко различные их проявления, сводимые, по нашим современным представлениям, к различным особым комплексам атомов, иным для каждой из форм их нахождения. Очевидно, что форм нахождения химических элементов может быть очень много и что далеко не все из них могут наблюдаться в термодинамических полях нашей планеты.

Так, несомненно, атомы звездных систем должны наблюдаться в особых состояниях, невозможных на Земле, и мы видим, что им придают такие особые состояния, например, для объяснения их спектров или для полученных наблюдением огромных масс некоторых звезд. Для объяснения этих последних необходимо допустить сосредоточение в их кубическом сантиметре тысяч и даже десятков тысяч граммов вещества (А.Эддингтон)[1].

Эти звездные состояния атомов, очевидно, представляют формы их нахождения, отсутствующие в земной коре. Другие у нас отсутствующие формы их нахождения могут и должны наблюдаться на Солнце, в солнечной короне (газ из электронов), в туманностях, кометах, в земном ядре...

[1]Так для звезды Сириуса В плотность материи должна быть равна 53000. Можно думать, что, принимая динамические представления Н.Бора—Резерфорда (как известно, эти модели являются лишь приближением к реальности), орбиты электронов будут лежать ближе к ядру, чем это имеет место для обычных атомов. Наблюдаемое смещение красной части спектра Сириуса В подтверждает эту огромную плотность: вычисленные для тел такой плотности на базе теории относительности смещения спектральных линий отвечают наблюдаемым.

74. Мы выделяем живые вещества, как особые формы нахождений атомов чисто эмпирически, не имея пока возможности точно представить себе, какие изменения испытывают вступающие в них атомы.

Однако полное соответствие этой формы нахождения атомов в земной коре с другими, несомненно, особыми, их в ней нахождениями заставляет думать, что дальнейшие исследования выявят те изменения, какие воспринимают атомные системы, входя в живое вещество.

Различные формы нахождения атомов в земной коре выделяются эмпирически. Они отличаются одновременно: 1) характерным для каждой формы особым термодинамическим полем. 2) особым атомным проявлением. 3) резко отличной геохимической историей элемента и 4) определенным, часто свойственным только данной форме отношением атомов разных элементов друг к другу (их парагенезисом).

75. В земной коре можно отличить четыре разных формы нахождения химических элементов, через которые они проходят в течение хода времени и которые определяют их историю.

Эти четыре формы суть следующие: 1) горные породы и минералы, где преобладают стойкие и неподвижные молекулы и кристаллы комбинаций элементов, 2) магмы — вязкие смеси газов и жидкостей, — находящиеся в состоянии подвижной смеси диссоциационных атомных систем, в которой отсутствуют и кристаллы, и молекулы нашей химии. 3) рассеяния элементов, когда отдельные элементы находятся в свободном состоянии, отделенными друг от друга. Очень возможно, что элементы при этом являются в некоторых случаях ионизированными или потерявшими часть своих электронов. Это особое состояние атомов, отвечающее лучистой материи М.Фарадея[1] и У.Крукса[2], и, наконец, 4) живое вещество, состояние

[1]Майкл Фарадей (22.09.1791 — 25.08.1867) — английский физик, химик и физикохимик, основоположник учения об электромагнитном поле, член Лондонского королевского общества.

[2]Сэр Уильям Крукс (17.06.1832 — 4.04.1919) — английский химик и физик, член (с 1863 г.) и Президент (в 1913—1915 гг.) Лондонского Королевского общества.

атомов в котором неясно; обычно представляем себе эти атомы в состоянии молекул, диссоциационных систем ионов, рассеянных нахождений. Такие представления кажутся мне явно эмпирически недостаточными. Очень вероятно, что в живом организме помимо изотопов играет известную, не принимаемую нами во внимание, роль симметрия атомов (симметрия атомных полей).

76. Формы нахождения атомов (элементов) играют в неоднородных равновесиях ту же самую роль, как и другие независимые переменные — температура, давление, химический состав, физические состояния вещества (фазы).

Подобно им они характеризуют меняющиеся с глубиной концентрические оболочки земной коры.

К термодинамическим, фазовым и химическим оболочкам мы должны прибавить, особые оболочки по форме нахождения химических элементов. Можно назвать их парагенетическими оболочками, так как в широких чертах они, главным образом, определяют парагенезис элементов, т.е. законы их совместного нахождения.

Биосфера и является одной из таких парагенетических оболочек, наиболее нам доступной и известной.

Представление о строении земной коры из определенных термодинамических, химических, фазовых и парагенетических оболочек является одним из типичных эмпирических обобщений.

Оно сейчас не «имеет объяснения», т.е. не связано ни с одной теорией образования Земли и ни с какими моделями наших представлений о мире.

Из всего ранее сказанного несомненным, однако, представляется, что такое строение является результатом взаимодействия космических сил, с одной стороны, вещества и энергии нашей планеты, с другой, причем и характер вещества — количественные соотношения элементов, например, — не являются случайным явлением и не связаны, только с геологическими причинами.

Это эмпирическое обобщение — схематически представленное в таблице — мы положим в основу всего нашего дальнейшего рассмотрения.

Эта таблица, как всякое эмпирическое обобщение, должна была бы рассматриваться, как первое приближение к изложению реальности, подлежащее дальнейшим изменениям и дополнениям. Ее значение тем больше, чем больше тот фактический эмпирический материал, на котором она строится.

В этом отношении значение ее очень неравномерно.

Для значительной части первой — верхней — термодинамической оболочки (и отвечающим ей связанным с другими независимыми переменными оболочками), а также для пятой термодинамической и ниже — наши знания основаны на очень малом числе фактов и связаны с нарушающими эмпирическое обобщение конъюнктурами и экстраполяциями.

Поэтому в этой области явлений наши знания очень ненадежны и быстро меняются с ходом научного развития. Мы можем здесь ждать, в связи с ростом физических наук в ближайшие годы, больших новых достижений и изменений господствующих воззрений.

Точная граница между оболочками не может быть в большинстве случаев указана. Все указывает, что поверхности, разделяющие оболочки, меняются с ходом времени; иногда эти изменения идут быстро.

Земные оболочки

I.Термические оболочки	II.Фазовые оболочки	III.Химические оболочки	IV.Парагенетические оболочки	V.Лучистые оболочки
1.Верхняя оболочка. Область ничтожного давления и низкой температуры — 15—600 км (может быть выше 100 км, другая область планеты)	1.Высокая стратосфера. Разреженные газы. Ионы. Электроны выше 80—100 км	1.Водородная (?) Может быть, распыленный «твердый» азот. Выше 200 км	1.Атомная оболочка Область рассеяния элементов. Свободные атомы являются устойчивой формой	1.Электронная оболочка

2.Поверхностная оболочка Давление, близкое к одной атмосфере. Температура в пределах от +50 до –50°	2.Стратосфера Разреженные газы, книзу переходят в обычную тропосферу. Выше 10—15 км	2.Гелиевая (?) 110—120 км	2.Газовая оболочка, образованная молекулами и атомами (?)	2.Коротковолновые излучения и проникающие космические лучи. Радиоактивные эманации
3.Верхняя метаморфическая оболочка (область цементации) Температура еще не достигает критической температуры воды. Давление не нарушает коренным образом свойств твердого тела	3.Тропосфера (обычный газ) 0—10—15 км	3.Азотная (?) > 70 км (?)	3.Биосфера Область жизни и коллоидов	3.Световая оболочка Световые излучения, тепловые и радиоактивные эманации
4.Нижняя метаморфическая оболочка (область анаморфизма) Температура выше критической температуры воды. Давление делает вещество пластическим	4.Жидкая гидросфера 0—3,8 км	4.Азотно-кислородная (атмосфера)	4.Область молекул и кристаллов Химические соединения	4.Тепловая и радиоактивная оболочка Различные и в общем радиоактивные излучения
5.Магмосфера Температура не достигла критического состояния всех тел (?). Граница земной коры(?)	5.Твердая литосфера Характеризуется кристаллическим состоянием вещества	5.Гидросфера 0—3,8 км	5.Магматическая оболочка Отсутствие твердых химических соединений. Полна газами	5.Тепловые излучения Радиоактивные процессы отсутствуют

6.Барисфера Температура достигла критического состояния для всех тел (?)	6.Стекловатая литосфера Твердое кристаллическое состояние вследствие высокой температуры и давления отсутствует. Пластическое стекло, проникнутое газами	6.Кора выветривания Характеризуется свободным кислородом, водой, углекислотой		
	7.Магматическая Вязкая жидкость, проникнутая газом в горячей твердой среде (?)	7.Осадочная оболочка (стратисфера) Измененная древняя кора выветривания. До 5 км и больше		
	8.Газ под большим давлением (?) Закритический газ (?)	8.Гранитная оболочка (пара– и орто-граниты)		
		9.Базальтовая		
		10.Кремне–железная (?)		

Для тех вопросов, какие затрагиваются в этих очерках, такой характер наших знаний в этих частях схемы не имеет большого значения, так как биосфера всецело лежит вне этих оболочек земной коры в той части таблицы, которая основана на огромном эмпирическом материале и свободна от гипотез, угадок, конъюнктур и экстраполяций.

Из всех факторов, определяющих химические равновесия, температура и давление — и отвечающие им термодинамические оболочки — имеют особое значение. Ибо они всегда существуют для

всех форм нахождения вещества, для всех его состояний и химических комбинаций. Наше построение космоса — его модель — всегда термодинамическое.

Поэтому в истории земной коры важно различать происхождение вещества и связанные с ним явления, исходящие из разных термодинамических оболочек.

Во всем дальнейшем изложении я буду называть вадозными явлениями тела, связанные со второй термодинамической оболочкой (поверхностной), фреатическими, связанные с третьей и четвертой (метаморфическими) и ювенильными, связанные с пятой.

Вещество из первой и шестой термодинамических оболочек не попадает или не замечено в биосфере.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО ПЕРВОГО И ВТОРОГО ПОРЯДКА В БИОСФЕРЕ

77. Пределы биосферы обусловлены, прежде всего, полем существования жизни. Жизнь может проявляться только в определенной среде, в определенных физических и химических условиях.

Это как раз та среда, которая отвечает биосфере.

Но едва ли можно сомневаться, что поле устойчивости жизни выходит за пределы этой среды. Мы даже не знаем, как далеко оно может выйти за них, так как мы не можем количественно оценить силу приспособляемости организмов в течение геологического времени. Мы знаем, что приспособляемость зависит от течения времени, есть функция времени и что она проявляется в биосфере в теснейшей связи с сотнями миллионов лет ее существования. Этих миллионов лет нет в нашем распоряжении, и мы не можем их пока ничем иным заменить в наших опытах.

Все наши опыты над живыми организмами производятся над телами, которые в безмерном времени[1] приспособились к окружа-

[1]«Безмерность» — понятие антропоцентрическое. В действительности здесь явно существуют пока не уловленные законности — определенная длительность эволюции живого вещества в биосфере (больше $2 \cdot 10^9$ лет?).

ющим условиям — к биосфере, выработали нужные для жизни в ней вещества и их строения. Мы знаем, что эти вещества меняются в течении геологического времени и пределы этого изменения нам неизвестны и не могут быть сейчас выведены из изучения их химического характера[1].

Основным для нас выводом является то, что жизнь в земной коре охватывает область оболочек, меньшую, чем поле ее возможного существования, несмотря на то, что изучение природы прочно утвердило и постоянно подтверждает наше убеждение, что жизнь к этим условиям приспособилась, что организмы в смене веков выработали разнообразные формы организации, позволяющие им существовать в биосфере.

Лучше всего мы можем выразить это наше впечатление от изучения природы — это лежащее в основе всей нашей научной работы неосознанное эмпирическое обобщение — утверждением, что жизнь постепенно, медленно приспособляясь, захватила биосферу и что захват этот не закончился. Давление жизни сказывается в этом превышении поля жизни по сравнению с полем биосферы.

Поле устойчивости жизни в связи с этим есть результат приспособляемости в ходе времени. Оно не есть что–нибудь неизменное и неподвижное — пределы его не дают нам полного представления о возможных пределах проявлений жизни.

Оно, как указывает изучение палеонтологии и экологии, постепенно, медленно расширяется.

78. Поле существования живых организмов определяется не только физико–химическими свойствами их вещества, характером и свойствами окружающей их внешней среды, приспособляемостью организма к этим условиям.

Для них чрезвычайно характерны и важны условия их дыхания и их питания, т.е. активного выбора организмами необходимых для их жизни веществ.

---

[1]Очень часто ищут пределов жизни в физических и химических свойствах составляющих организм химических соединений, например белков, которые свертываются при 60—70°. Однако при этом не принимают во внимание сложность возможных приспособлений организма. И некоторые белки в сухом виде не меняются при 100°.

Мы уже видели огромное значение газового обмена организмов — их дыхания — в установлении их энергетического режима и общего газового режима планеты, ее биосферы.

Оно же вместе с питанием организмов, т.е. с передвижением силой их энергии жидких и твердых веществ из окружающей среды в автономное поле организма, определяет, прежде всего, и области их нахождения.

Я уже касался этого явления, когда указывал на захват солнечной энергии зелеными организмами.

Здесь мы должны остановиться на нем внимательнее.

В явлениях питания и дыхания организмов основным элементом является источник, откуда берут организмы нужные для их жизни вещества.

С этой точки зрения организмы делятся на две резко различные группы: на живое вещество первого порядка — автотрофные организмы, которые в своем питании независимы от других организмов, и живое вещество второго порядка — гетеротрофные и миксотрофные организмы. Деление организмов по их питанию на три группы было введено в 1880–х годах немецким физиологом В.Пфеффером[1] и является крупным эмпирическим обобщением, богатым разнообразными следствиями. Его значение в понимании природы более велико, чем это обычно думают.

Автотрофные организмы строят свое тело целиком из веществ косной, «мертвой», природы; все их «органические» соединения, содержащие азот, кислород, углерод, водород, составляющие главную массу их тела, берутся из минерального царства. Гетеротрофные организмы используют как пищу для жизни органические соединения, созданные другими живыми организмами. В конце концов, для их существования необходима предварительная работа автотрофных организмов. В частности их углерод и азот в значительной или в полной мере получается из живого вещества. В миксотрофных организмах пищей (по отношению к углероду и азоту — источником

[1]Вильгельм Пфеффер (9.03.1845, Гребенштайн — 31.01.1920, Лейпциг) — немецкий химик, ботаник, занимался физиологией растений.

их) служат их соединения, созданные как живым веществом, так и химическими реакциями косной материи.

79. Несомненно, вопрос об источнике, откуда организмы получают нужные им для жизни тела, более сложен, чем это представляется с первого взгляда, — но думается, что указанное В.Пфеффером деление есть коренная черта всей живой природы.

Нет ни одного организма, который бы в своем дыхании и питании не был бы связан, хотя бы отчасти, с косной материей. Выделение автотрофных организмов основано на том, что они для всех химических элементов независимы от живого вещества, могут их все получать из окружающей их косной — неживой — среды.

Они берут нужные им для жизни элементы из определенных молекул, соединений элементов.

Но в конце концов в среде живого в биосфере огромное количество составляющих ее молекул, необходимых для жизни, является продуктом этой последней и без нее не находилось бы в косной среде. Таков, Например, целиком свободный кислород — O_2 — и в огромной мере почти все газы, такие, как CO_2, NH_3, H_2S и т.д. Не меньше участие жизни в создании природных водных растворов. С этими водными растворами неразрывно, однако, связаны явления питания и дыхания. Эта природная вода, а не вода химически чистая, необходима для жизни не меньше, чем газовый обмен.

Принимая во внимание это глубокое отражение жизни на характере химических тел косной материи, в среде которой она проявляется, мы должны ограничить независимость от нее автотрофных организмов. Нельзя делать логического заключения — очень обычного, — что наблюдаемые ныне автотрофные организмы могли бы одни существовать на нашей планете. Они не только всегда зарождаются от таких же автотрофных организмов, но они получают нужные им для существования элементы из таких форм косной материи, которые бы отсутствовали, если бы жизнь организмов их уже не создала раньше.

80. Так, зеленые автотрофные организмы требуют для своего существования присутствия свободного кислорода. Этот свободный

кислород создается ими самими из воды и углекислоты. Он всегда является биохимическим продуктом в косной материи биосферы.

Но больше того, мы не можем утверждать, что только он один из необходимых для них тел всецело связан в своем существовании с жизнью.

Сейчас Ж.Боттомлеем, например, поставлен вопрос о необходимости для существования водных зеленых растений растворенных в воде сложных органических соединений — ауксономов, как он их назвал. Хотя это утверждение не может считаться вполне установленным, оно чрезвычайно вероятно, так как постепенно все больше и больше выясняется значение в картине природы тех незаметных и обычно забываемых нами примесей органических соединений, которые мы находим всегда во всякой природной воде, пресной или соленой.

Все эти органические вещества, количество которых — ежесекундно существующее и создающееся в биосфере — исчисляется многими квадрильонами тонн, может быть больше, создаются жизнью, и мы не можем утверждать, что они связаны в своем происхождении только с автотрофными организмами. Напротив, мы на каждом шагу видим огромное значение богатых азотом соединений этого рода, создаваемых гетеротрофными и миксотрофными организмами, как в питании организмов, так и в создании минералов (битумы).

В картине природы мы постоянно видим даже без химического анализа проявление этих тел. Они вызывают морскую или иную пену природной воды, их проявлением являются тонкие цветные пленки, покрывающие непрерывно сотни тысяч, миллионы квадратных километров водных поверхностей, они дают окраску болотных, тундровых рек и озер, черных и бурых рек тропических и подтропических областей. От них не свободен ни один организм — не только тот, который живет в этих водах, но и зеленый покров суши, получающий непрерывно эти тела в дождях и росах, а главным образом в почвенных растворах.

В природных водах количество органических растворенных (частью дисперсных) тел сильно колеблется в пределах от 10^{-6} до 10^{-2} %. В среднем оно, очевидно, близко к их проценту в морской воде, т.е. отвечает 10^{18}—10^{20} т. Оно, по–видимому, превышает массу живого вещества.

Представление об их значении входит медленно в научное сознание. У старых натуралистов мы часто находим понимание этого грандиозного явления, иногда в самой неожиданной для нас обстановке.

В 1870–х годах в небольшой заметке гениальный натуралист Р.Майер[1] указал на их значение в составе целебных вод и в общей экономии природы. Изучение происхождения вадозных и фреатических минералов расширяет их роль еще глубже и значительнее, чем высказывал это Р.Майер.

В обстановке этого движения идей нахождения Боттомлея приобретают особое значение.

81. Но биохимический генезис тех тел косной природы, которые необходимы для существования автотрофных организмов, не меняет огромного их отличия от организмов гетеротрофных и миксотрофных. Мы должны только более ограниченно понимать автотрофность и не выходить в наших суждениях за его пределы.

Мы будем называть автотрофными все организмы, которые берут все нужные им для жизни химические элементы в современной биосфере из окружающей их косной материи и не требуют для построения своего тела готовых органических соединений другого организма.

Как всегда в определениях природных явлений, мы не можем охватить — в кратком определении — все явление целиком. Мыслимы переходы или сомнительные случаи, например для сапрофитов, питающихся умершими и разложившимися организмами. Однако для сапрофитов — почти всегда, а может быть даже всегда, основная пища состоит из проникающих трупы и остатки организмов живых микроскопических созданий.

[1]Юлиус Роберт фон Майер (25.11.1814, Хайльбронн — 20.03.1878, ?) — немецкий врач и естествоиспытатель.

Принимая понятие «автотрофного» организма ограниченным современной биосферой, мы тем самым исключаем возможность делать из него выводы о прошлом Земли — о возможности начала жизни на Земле в виде тех или иных из автотрофных организмов.

Ибо несомненно, что для всех существующих автотрофных организмов необходимо уже присутствие в биосфере продуктов жизни.

82. Различие между живым веществом 1–го и 2–го порядка резче всего сказывается на их нахождении в биосфере. Область нахождения живого вещества 2–го порядка, связанного в своем существовании — в своей пище — с автотрофными организмами, всегда шире местообитания этих последних.

Среди автотрофных организмов можно различить две резко отличных группы: с одной стороны, зеленые хлорофилльные организмы, зеленые растения, с другой — мир мельчайших, быстро размножающихся бактерий.

Мы уже видели, что зеленые хлорофилльные организмы являются главным механизмом биосферы, который улавливает солнечный световой луч и создает фотосинтезом те химические тела, энергия которых в дальнейшем является источником действенной химической энергии биосферы, а в значительной мере всей земной коры.

Поле существования этих зеленых автотрофных организмов, прежде всего, определяется областью проникновения солнечных лучей.

Их масса очень велика по сравнению с массой остального животного вещества, может быть, близка к его половине.

Мы видим в них приспособления, которые позволяют улавливать ничтожные по интенсивности излучения света, использовать его до конца.

Возможно, что временами были ослабления и усиления количества создаваемого ими зеленого вещества, хотя это, очень часто высказываемое, мнение не может еще считаться точно установленным.

Огромная масса вещества, ими захваченная, их вездесущности, проникновение их всюду, куда проникает солнечный луч, часто заставляет видеть в них основную базу жизни. Допускают, что в течение геологического времени из них образовались многочисленные

организмы, создающие живую материю второго порядка. И сейчас все существование всего животного мира, огромного количества бесхлорофилльных растительных организмов — грибов, бактерий — целиком ими обусловлено.

Они производят в земной коре самую важную химическую работу — создают свободный кислород, разрушая при фотосинтезе такие стойкие кислородные тела, всюду находящиеся, каковыми являются вода и углекислота. Ту же работу они, несомненно, производили во все далекие геологические периоды. Явления выветривания явно указывают нам на ту же исключительную роль свободного кислорода в археозое, какую он и сейчас играет в современной биосфере. Состав продуктов выветривания, их количественные соотношения, как мы это можем установить, был и в археозое тот же, какой наблюдается сейчас. Очевидно, и источник свободного кислорода был тот же — зеленый растительный мир. Вся масса свободного кислорода была того же порядка, что мы видим и ныне. Мало могли отличаться от современного и в эту далекую, чуждую нам эпоху — сотни миллионов лет назад — и количество зеленого вещества, и энергия порождающего их солнечного луча.

Для археозоя мы не имеем остатков зеленых организмов. Они непрерывно идут, начиная с палеозоя, и указывают на необычайно резкое развитие вплоть до нашего времени бесчисленного множества их форм, число которых в наше время, по-видимому, не меньше 200000 видов, а количество всех видов, существующих и существовавших на нашей планете, — число не случайное — не может быть сейчас учтено, так как относительно небольшое число ископаемых их видов (несколько тысяч) выражает только неполноту наших знаний. Оно быстро увеличивается с каждым десятилетием, даже с каждым годом.

83. Гораздо меньшие количества живого вещества собраны в форме автотрофных бактерий.

В то время как существование зеленых автотрофных организмов стало ясным в конце XVIII, в начале XIX века и в 1840–х годах, бла-

годаря работам Ж.Буссенго, Ж.Дюма, Ю.Либиха[1], вошло в научное сознание, — существование автотрофных, не связанных с солнечным лучом, лишенных хлорофилла бактерий было открыто в конце XIX столетия С.Я.Виноградским[2] и не оказало пока того влияния на научную мысль, какое можно было ожидать. Организмы эти играют огромную роль в геохимической истории серы, железа, азота, углерода — но они не очень разнообразны; известно едва ли больше ста видов — и по своей массе — да и по своему значению — они несравнимы с зелеными растениями.

Правда, они рассеяны всюду; мы их находим в почвах, в иле водных бассейнов, в морской воде; но нигде нет тех их количеств, которые были бы сравнимы с количеством автотрофной зелени суши, не говоря уже о зеленом планктоне мирового океана. А между тем геохимическая энергия бактерий гораздо выше той же энергии зеленых растений, превышает ее в несколько раз — иногда в десятки и сотни раз, является максимальной для живых веществ. Правда, кинетическая геохимическая энергия, вычисленная на гектар, будет, в конце концов, одинакова для одноклеточных зеленых водорослей и для бактерий — но в то время, как водоросли могут достигнуть наибольшего стационарного состояния в десятки дней — бактерии в благоприятных условиях достигают их в десятки раз быстрее — в 36—48 часов.

84. Наблюдений над размножением автотрофных бактерий у нас очень мало. По-видимому (И.Рейнке[3]), они размножаются мед-

---

[1]Юстус фон Либих (12.05.1803, Дармштадт —18.04.1873, Мюнхен) — немецкий химик и фармацевт, президент Баварской Академии Наук (с 1860), один из основателей агрохимии. Разработал теорию минерального питания растений, что способствовало развитию производства минеральных удобрений и по убеждению экологов, участников органического движения, стало основой так называемой «Зеленой революции, когда в сельском хозяйстве массово стали использовать минеральные удобрения». Считал принципиально возможным синтез любых агрохимических соединений, так же допускал существование «жизненной силы».

[2]Сергей Николаевич Виноградский (1.09.1856, Киев — 24.02.1953, Париж) — украинский микробиолог, основатель экологии микроорганизмов и почвенной микробиологии.

[3]Иоганн Рейнке (3.02.1849 — 23.02.1931) — немецкий ботаник.

леннее других бактерий; наблюдения над железными бактериями (Я.Г.Холодный[1]) не противоречат этому утверждению. Так, эти бактерии делятся 1—2 раза в сутки (Δ = 1—2), тогда как такое деление для обычных бактерий может наблюдаться только при неблагоприятных условиях их жизни, так, например, Bacillus ramosus, живущий в реках, дающий при благоприятных условиях не менее 48 поколений в сутки, дает при низких температурах всего 4 поколения (М.Уорд, 1925).

Если даже такое понижение быстроты размножения автотрофных бактерий по сравнению с другими бактериями окажется общим явлением для них всех, все же быстрота их размножения будет отвечать наибольшей, но не средней скорости передачи жизни зеленых одноклеточных растений. Надо было бы ждать поэтому, что их количества будут, гораздо больше масс зеленых организмов и что то явление, какое мы наблюдаем в море для одноклеточных водорослей — их преобладание над зелеными метафитами, — будет существовать для бактерий по сравнению с зелеными протистами.

85. В действительности этого нет. Причина малого скопления живой материи в этой форме жизни очень аналогична причине, обусловливающей преобладание зеленых метафитов над зелеными протистами на суше.

Их чрезвычайная вездесущность, проникновение ими, например, всех толщ океана — далеко за пределы тех слоев, куда проникает солнечный луч, — заставляет думать, что причина относительно малых их количеств в биосфере, выявляющаяся для всех столь различных их разностей, как бактерии азотные, серные или железные, должна быть причиной не частного, а общего характера.

Такую причину можно видеть в совершенно особых условиях их питания, т.е. в условиях возможности их существования.

Все они получают нужную им для жизни энергию, окисляя не вполне окисленные или не окисленные соединения азота, серы, же-

[1]Николай Григорьевич Холодный (10.06.1882, Тамбов — 4.05.1953, Киев) — советский учёный–биолог. Работал в области физиологии, анатомии и экологии растений, микробиологии и почвоведения.

леза, марганца, углерода в их высшие степени окисления. Но нужные исходные, бедные кислородом, тела — вадозные минералы этих элементов — никогда не могут быть в биосфере собраны в достаточных количествах. Ибо область биосферы, в общем, есть химическая область окисления, так как она переполнена свободным кислородом — созданием зеленых организмов. В этой богатой кислородом среде устойчивыми формами — даже помимо влияния жизни — являются наиболее окисленные богатые кислородом соединения.

В связи с этим автотрофные организмы должны выискивать среду своего бытия. И с этим обстоятельством связаны приспособления их организации.

Они могут — а некоторые, как азотные бактерии, по-видимому, так действуют всегда — окислять кислородные соединения, добывать нужную для жизни энергию, окисляя низшие степени окисления в высшие, но количество химических элементов, допускающих этого рода реакции, ограничено; к тому же в избытке свободного кислорода те же богатые кислородом тела получаются помимо бактерий, так как в этой именно среде они являются устойчивой формой молекулярных структур.

86. Автотрофные бактерии находятся в состоянии непрерывного недостатка пищи, в состоянии недоедания. С этим связаны многочисленные приспособления их жизни. Так всюду — в грязях, в источниках, в морской воде, в сырых почвах — мы видим своеобразные вторичные равновесия между бактериями, восстанавливающими сульфаты, и автотрофными организмами, их окисляющими.

Повторение в бесчисленных случаях — на каждом шагу — таких вторичных равновесий указывает на закономерность явления. Живое вещество выработало эти структуры, благодаря огромному давлению жизни автотрофных бактерий, не находящих для своей жизни в биосфере достаточного числа готовых, бедных кислородом, соединений. Живое вещество их само в этих случаях создает в косной среде.

В океанах такие же равновесия наблюдаются между автотрофными бактериями, окисляющими азот, и раскисляющими нитраты

гетеротрофными организмами. Это одно из грандиозных равновесий химии гидросферы.

Вездесущность нахождения этих организмов служит проявлением их огромной геохимической энергии, быстроты передачи их жизни — отсутствие их больших скоплений, где бы то ни было связано с недостатком бедных кислородом соединений в биосфере, в среде, где все время выделяется избыток свободного кислорода зелеными растениями.

Они не захватывают значительных масс живого вещества только вследствие физической невозможности это сделать, благодаря отсутствию в биосфере нужных для их жизни соединений.

Между количеством вещества, захваченного автотрофными зелеными организмами и автотрофными бактериями, должны существовать определенные соотношения, обусловленные большим значением геохимической энергии преобладающих по массе организмов, создающих свободный кислород.

87. Не раз высказывались мнения, что в этих своеобразных очень специальных организмах мы имеем представителей наиболее древних организмов, появившихся раньше зеленых растений. Еще недавно эти идеи высказывал один из крупных натуралистов-мыслителей нашего времени — американец Ф.Осборн[1] (1918).

Наблюдение их роли в биосфере этому противоречит.

Тесная связь существования этих организмов с присутствием свободного кислорода указывает на их зависимость от зеленых организмов — от солнечной лучистой энергии — в не меньшей степени, чем зависят от нее животные и бесхлорофилльные растения, питающиеся веществами, приготовленными зелеными растениями. Ибо в природе — в биосфере — весь свободный кислород — пища этих тел — есть продукт зеленых растений.

На то же — вторичное — значение этих организмов по сравнению с зелеными растениями указывает и характер их функций в общей экономии живой природы.

[1]Генри Фэрфилд Осборн (8.08.1857 — 6.11.1935) — американский геолог, палеонтолог и президент Американского музея естественной истории в течение 25 лет.

Значение их огромно в биогеохимической истории и серы, и азота — двух элементов, столь необходимых для построения главного вещества протоплазмы — белковых молекул. Однако, если бы деятельность этих автотрофных организмов прекратилась, жизнь, может быть, уменьшилась бы количественно, но осталась бы мощным механизмом биосферы, так как те же вадозные соединения — нитраты, сульфаты и газообразные формы переноса в биосфере азота и серы, аммиак и сероводород, постоянно создаются в ней в значительных количествах помимо жизни.

Не предрешая вопроса об автотрофности и начале жизни на Земле, можно сказать, что зависимость автотрофных бактерий от зеленых организмов, их вторичное по сравнению с ними образование, по крайней мере, очень вероятно.

Все указывает на то, что в этих автотрофных организмах мы имеем формы жизни, увеличивающие использование до конца энергии солнечного луча, наблюдаем улучшение механизма «солнечный луч — зеленый организм», а не независимую от космических излучений форму земной жизни.

Таким же проявлением того же процесса является весь бесчисленный в своих формах гетеротрофный мир животных и грибов — миллионы видов организмов.

88. Это ярко сказывается и в характере распределения живого в биосфере, в области жизни.

Она целиком определяется полем устойчивости зеленой растительности, другими словами — областью планеты, пронизанной солнечным светом.

Главная масса живого вещества сосредоточена в этой охваченной солнечным светом части планеты; при этом сгущения жизни тем больше, чем ярче это освещение.

Здесь же собраны гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии, так как в своем существовании они тесно связаны или с продуктами жизни зеленых организмов (свободный кислород, прежде всего) или с создаваемыми ими сложными органическими соединениями.

Из этой освещенной Солнцем части в области биосферы, лишенные солнечных лучей и зеленой жизни, проникают гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии. Многие из них живут исключительно в этих темных областях биосферы. Обычно полагают, что эти организмы проникли сюда из освещенной Солнцем земной поверхности, постепенно приспособившись к новым условиям жизни. Можно это думать, так как морфологическое изучение животного мира земных пещер и морских глубин указывает, очень часто с несомненностью, что фауна эта произошла от предков, живших в освещенных областях планеты.

Особое значение с геохимической точки зрения приобретают скопления — концентрации — жизни, свободной от зеленых организмов — донная живая пленка гидросферы, нижние части прибрежных сгущений жизни Океана, донные живые пленки водных бассейнов суши. Мы увидим их огромное значение в химической истории планеты. Можно убедиться, что их существование теснейшим образом связано — прямо или косвенно — с организмами зеленых областей жизни. Не только морфологически можно во многих случаях установить, а в других научно допустить генезис этих организмов путем палеонтологической эволюции из организмов освещенных частей планеты — но и в основе их каждодневного бытия лежит лучистая энергия Солнца.

Само существование донной пленки теснейшим образом связано с остатками организмов верхних частей Океана, падающих на дно и не успевающих на пути разложиться или быть съеденными другими организмами. Конечный источник ее энергии, таким образом, должен искаться в освещенной части планеты, в солнечном свете. Из атмосферы проникает в морскую воду — в темные глубины — свободный кислород; иного, кроме биохимического, происхождения, созданного работой зеленых организмов на нашей планете, мы не знаем. Анаэробные организмы — характерные для нижних частей донной пленки — все теснейшим образом зависят в своей жизни от аэробных организмов и их остатков, которыми они питаются.

Все указывает, что эти проявления жизни в лишенных света областях планеты находятся в непрерывном развитии — площадь их увеличивается.

По-видимому, в течение геологического времени шло — и сейчас медленно идет — постоянное новое проникновение живого вещества в обе стороны от зеленого покрова все дальше и дальше в азойные части планеты.

Мы живем сейчас в этой стадии медленного расширения области жизни.

89. Может быть, одним из проявлений этого расширения жизни является биохимическое создание новых форм лучистой энергии гетеротрофным живым веществом.

В морских глубинах усиливается свечение организмов, излучение ими световых волн тех же длин, которые в космических излияниях Солнца на земную поверхность дают энергию жизни и через нее химическим изменениям планеты.

Мы знаем, что проявление этих вторичных световых излучений — свечение поверхности моря, непрерывно происходящее на нашей планете и охватывающее одновременно сотни тысяч квадратных километров его поверхности, — позволяет зеленым организмам планктона производить свою химическую работу и в те часы, когда до них не доходит лучистая энергия центрального светила.

Является ли новым проявлением того же механизма и свечение морских глубин? Есть ли здесь усиление жизни, благодаря переносу вглубь на километры от поверхности космической энергии Солнца, которая к ним без этого не доходит?

Мы этого не знаем. Но нельзя забывать факта, что глубоководные экспедиции встречали живые зеленые организмы на глубинах, значительно превышающих область проникновения в море солнечных излучений сверху, например «Valdivia» встретила живую водоросль Helionella в Тихом океане на глубине около 2 км.

Если бы оказалось, что живое вещество способно переносить в новые области лучистую энергию Солнца не только в форме неустойчивых в термодинамической оболочке, которой отвечает биосфера,

химических соединений, т.е. в форме химической энергии, но и в виде вторично созданной лучистой, же энергии, — все, же в истории биосферы это явилось бы, лишь — пока, может быть — небольшим расширением главной области фотосинтеза, как незначительным ее расширением является создание световой энергии человечеством.

Несомненно, и эта, новая в биосфере, создаваемая человеком лучистая энергия используется зеленым живым веществом, но пока в общем космическом фотосинтезе планеты отражается ничтожными долями.

В конце концов, зеленое живое вещество, определяющее на Земле область существования всего живого, — все связано с солнечным светом.

Во всем нашем дальнейшем изложении мы будем выделять эту часть живого вещества первого порядка, и относить к нему все другие проявления жизни.

ПРЕДЕЛЫ ЖИЗНИ

90. Поле устойчивости жизни далеко, как мы увидим, превышает поле биосферы, определяемое характеризующими ее независимыми переменными, принимаемыми во внимание при изучении могущих иметь в ней место физико–химических равновесий.

Поле устойчивости жизни определяет область, в которой жизнь может достигнуть полного развития. Оно, по–видимому, подвижно и не имеет строгих границ.

Характерным свойством живого вещества является его изменчивость, его способность приспособляться к условиям внешней среды. Благодаря этой способности живые организмы могут в течение даже немногих поколений приспособиться к жизни при таких условиях, которые для прежних поколений были бы гибельны.

В настоящее время нет возможности подтвердить эту способность к изменчивости при помощи эксперимента, так как мы не располагаем геологическим временем, нужным для ее проявления.

Живое вещество, совокупность живых организмов, резко отличается от косного вещества: это подвижное равновесие, которое оказывает давление на окружающую среду, но связь воздействия этого давления с продолжительностью времени неясна.

Такое поле устойчивости жизни, связанное с изменчивостью организмов, является к тому же гетерогенным, то есть неоднородным. Оно резко делится на два поля: гравитационное поле, поле более крупных организмов и поле молекулярных сил, к которому относятся мельчайшие организмы, меньше 10^{-4} мм в диаметре, микробы, ультрамикробы и тому подобные, жизнь которых и, в особенности, движение определяются не тяготением, а излучениями — как световыми, так и другими.

Протяженность каждого из этих полей определяется изменчивостью организмов, их приспособляемостью; и то и другое еще недостаточно изучены.

Мы будем принимать, таким образом, во внимание:1) температуру, 2) давление, 3) фазу среды, 4) химизм среды, 5) лучистую энергию. Это важнейшие признаки, характеризующие оба поля устойчивости жизни.

91. Мы должны при этом различать условия, которые выдерживает жизнь, не прекращая всех своих функций, т.е. те, при которых организм, хотя и страдает, но выживает, и, во–вторых, условия, при которых организм может давать потомство, т.е. увеличивать живую массу — увеличивать действенную энергию планеты.

Может быть, ввиду генетической связи всего живого вещества эти условия близки для всех организмов. Но область эта значительно уже для зеленого растительного покрова, чем для гетеротрофных организмов.

Предел ее определяется, в конце концов, физико-химическими свойствами соединений, строящих организм, их неразрушимостью в определенных условиях среды. Но есть ряд случаев, которые указывают, что раньше разрушения соединений разрушаются те механизмы, которые они составляют и которые определяют функции жизни.

И сами соединения, и построенные ими механизмы непрерывно меняются в ходе геологического времени, приспособляясь к изменению среды жизни.

Максимальное поле жизни может определяться крайними примерами выживания каких–нибудь организмов.

92. Самая высокая температура, которая выдерживается без смерти организма некоторыми гетеротрофными существами — особенно в латентной форме их бытия — например, спорами грибов, приближается к 140°С. Она меняется в зависимости от того, наблюдается ли организм в сухой или во влажной среде.

Опыты Л.Пастера[1] над произвольным зарождением выяснили, что нагревание во влажной среде до 120°С не убивает всех спор микробов. В сухой среде надо нагревать до 180°С[2] в опытах М.Христена споры почвенных бактерий выдерживали нагревание — не теряя жизни — до 130° в течение 5 минут, до 140°С в течение минуты. Споры одной бактерии, описанной М.Цеттновым, выдерживали текучий пар в течение суток (В.Л.Омелянский[3]).

Еще дальше идет устойчивость при низкой температуре. Опыты в Дженнеровском Институте в Лондоне указали на устойчивость (в жидком водороде) спор бактерий в течение 20 часов при — 252°С

---

[1]Луи Пастер (27.12.1822, Доль, Франция — 28.09.1895, Вильнёв–л'Этан, Франция) — французский микробиолог и химик, член Французской академии (1881). Пастер, показав микробиологическую сущность брожения и многих болезней человека, стал одним из основоположников микробиологии и иммунологии. Его работы в области строения кристаллов и явления поляризации легли в основу стереохимии. Также Пастер поставил точку в многовековом споре о самозарождении некоторых форм жизни в настоящее время, опытным путем доказав невозможность этого. Его имя широко известно в ненаучных кругах благодаря созданной им и названной позже в его честь технологии пастеризации

[2]Это впечатление сотрудников знаменитого спора Л.Пастера и Г.Луше имеет, мне кажется, большее значение для определения максимальной температуры теплового поля жизни, чем опыты над чистыми культурами. Оно основано на изучении свойств сенных настоев, которые ближе к сложной среде жизни в земной коре, чем наши чистые культуры.

[3]Василий Леонидович Омелянский (26.02.1867, Полтава — 21.04.1928, Гагра) — украинский учёный–микробиолог, академик Российской академии наук (1923, с 1925 — АН СССР).

С.Макфайден указал, что микроорганизмы сохранялись без потери жизни в жидком воздухе в течение многих месяцев при -200°С. По опытам Я.Беккереля споры плесневых грибков в безвоздушном пространстве не теряли жизнеспособности в течение трех суток при -253°С.

Таким образом, надо считать, что интервал в 433 градуса является сейчас предельным тепловым полем, в котором в течение некоторого времени могут находиться без гибели и разрушения некоторые формы жизни.

Он резко сокращается для зеленой растительности. Мы не имеем для нее вполне точных опытов, но едва ли он превышает 160—150° (от +80° до -60°).

93. Пределы давления — динамического поля жизни — по-видимому, идут очень далеко. Опыты В.Г.Хлопина[1] и Г.Таммана[2] указали, что плесневые грибы, бактерии, дрожжи выдерживают давление до 3000 атм. без всякого видимого изменения своих свойств. Жизнь дрожжей сохраняется при 8000 атм. давления. С другой стороны, несомненно, что латентные формы жизни — семена или споры — могут сохраняться длительное время в «безвоздушном» пространстве, т.е. при давлениях, равных тысячным долям атмосферы.

По–видимому, нет разницы между гетеротрофными и зелеными (споры, семена) организмами.

94. Огромное значение волн определенной длины лучистой энергии для зеленых растений было уже многократно указано. Оно лежит в основе всего строения биосферы.

---

[1]Виталий Григорьевич Хлопин (14.01.1890, Пермь — 10.07.1950, Ленинград) — советский радиохимик, один из основоположников советской радиохимии и радиевой промышленности, получил первые отечественные препараты радия (1921). Один из основателей Радиевого института и ведущих участников атомного проекта, основатель школы советских радиохимиков.

[2]Густав Генрих Тамман (28.05.1861, Ямбург — 17.12.1938, Гёттинген) — немецкий физикохимик, открыл полиморфные модификации льда, внес вклад в изучение стеклообразных и твёрдых растворов, гетерогенных равновесий, процессов кристаллизации и в металлургию.

Зеленые организмы более или менее быстро умирают в отсутствии этих излучений. Гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии — некоторые из них, по крайней мере — могут жить в темноте. Но характер лучистой среды этой «темноты» (длинных инфракрасных волн) не изучен.

Нам известен, с другой стороны, предел всякой жизни в области коротких волн.

Среда, в которой распространяются лучи ультрафиолетовые, с очень короткой длиной волны, меньше 0,3 mμ, неизбежно является безжизненной. Опыты М.Беккереля показали, что эти лучи с чрезвычайно быстрым колебанием составляющих их волн убивают в течение короткого промежутка времени все формы жизни. Среда, в которой они находятся, какой является междупланетное пространство, непроходима для всех форм жизни, приспособившихся к биосфере, хотя ни температура, ни давление, ни химический характер не препятствуют нахождению в ней жизни.

При той связи, какая, как мы видим, существует между развитием жизни в биосфере и солнечной радиацией, возможно точное и детальное изучение пределов жизни в разных областях лучистой энергии заслуживает самого большого внимания.

95. Огромна область химических изменений, которые выдерживает жизнь.

Открытие Л.Пастером анаэробных организмов указало на существование жизни в среде, лишенной свободного кислорода, и чрезвычайно расширило допускавшиеся раньше ее пределы.

Установление С.Я.Виноградским автотрофных организмов выяснило возможность существования жизни в отсутствии готовых органических соединений, в чисто минеральной среде.

Споры и зерна, латентные формы жизни могут находиться без всякого вреда — по–видимому, неопределенное время — в среде, лишенной газов и вполне сухой, лишенной воды. В то же время в пределах термодинамического поля существования жизни разные ее формы могут находиться без вреда в самых разнообразных химических средах. Bacillus boracicola, живущий в горячих борных источни-

ках Тосканы, может жить в насыщенном растворе борной кислоты; он свободно выдерживает 10 % раствор серной кислоты при обычной температуре. Известен целый ряд организмов, главным образом плесневых грибков, которые живут в крепких растворах различных солей, гибельных для других организмов. Есть грибки, живущие в насыщенных растворах купоросов, селитр, ниобата, калия. Тот же Bacillus boracicola выдерживает 0,3 % раствор сулемы, а другие бактерии и инфузории живут даже в ее концентрированных растворах (А.М.Безредка[1], 1925); дрожжи живут в растворах фтористого натрия. Личинки некоторых мух выживают в 10 % растворе формалина. Существуют бактерии, которые размножаются в атмосфере свободного кислорода.

Область этих явлений относительно мало изучена — но приспособляемость форм жизни кажется здесь беспредельной. Однако, это верно для гетеротрофных организмов. Развитие зеленых организмов требует присутствия свободного кислорода (хотя бы растворенного в воде). Крепкие соляные рассолы уже не дают возможности развития этих форм жизни.

96. Хотя некоторые формы жизни, в латентном ее состоянии, могут находиться без гибели в среде, лишенной воды, абсолютно сухой, вода в капельно-жидком и газообразном состоянии является необходимым условием для роста и для размножения организмов —

Для их проявления в биосфере.

Геохимическая энергия организмов — в форме их размножения переходит из потенциальной формы в свободную только в присутствии воды, содержащей в растворе нужные для дыхания организмов газы.

Значение воды, ярко бросающееся в глаза для зеленой растительности, давно вошло в общее сознание. Основа всего живого — зеленая жизнь — без воды не существует.

Но в последнее время можно было пойти дальше в выяснении механизма действия воды. Выяснилось значение для жизни кислой

[1]Александр Михайлович Безредка (27.03.1870, Одесса — 28.02.1940, Париж) — украинский микробиолог и иммунолог; ученик Ильи Мечникова.

или щелочной реакции водных растворов, в которых живут организмы — степени и характера их ионизации.

Значение этих явлений огромно, так как в природной воде сосредоточена в биосфере главная масса (по весу) живого вещества, и условия жизни всех организмов теснейшим образом связаны с природными водными растворами. Все организмы состоят в подавляющей массе своего вещества из водных растворов или водных золей[1]. Протоплазма может быть рассматриваема как водный золь, в котором происходят коллоидальные сгущения и изменения. Везде в жидкостях организма идут явления ионизации, и, при непрерывном взаимодействии между природными водными растворами и между жидкостями живущих в них организмов, соотношения ионизации обеих средин имеют огромное значение.

Благодаря тонким приемам исследования мы можем количественно следить с очень большой точностью за изменением ионизации и этим путем имеем превосходное средство для изучения изменения главной среды, где сосредоточена жизнь.

Морская вода содержит около 10^{-9} % ионов H^+ — она слабо щелочная, и это небольшое преобладание положительных ионов H^+ над отрицательными ионами OH^- сохраняется в общем неизменно, постоянно восстановляется, несмотря не бесчисленные химические процессы, идущие в море (ионизация pH = 8).

Эта ионизация очень благоприятна для жизни морских организмов, причем небольшие колебания отражаются благоприятно или неблагоприятно, различно для разных организмов.

Выяснено, что жизнь может существовать только в известных пределах ионизации, от 10^{-6} % H^+ до 10^{-10} % H^+ (т.е. pH = 5—10). За этими пределами никакая жизнь в водных растворах невозможна.

97. Несомненно, фаза среды имеет огромное значение для проявления жизни.

Сохраняться в латентном состоянии жизнь, по-видимому, может в среде всякой фазы — жидкой, твердой, газообразной, в «безвоз-

[1]Организмы содержат по весу от 60 до 99 % воды (может быть, даже больше), т.е. составлены, вероятно на 80—100 %, из водных растворов и водных золей.

душном» пространстве. По крайней мере, опыты показывают, что семена могут сохраняться некоторое время без газового обмена — следовательно, в любой фазе в пределах теплового поля жизни. Но живой организм — в полном развитии своих функций — неизбежно связан в своем существовании с возможностью газового обмена (дыхание) и устойчивости коллоидальных систем, из которых он построен.

Поэтому организмы могут встречаться только в той среде, где этот обмен возможен — в жидкой, коллоидальной, газообразной. В твердой среде они могут наблюдаться и действительно наблюдаются только в среде рыхлой и пористой, дающей возможность газового обмена. Ввиду малого размера многих организмов твердые среды, весьма плотные, могут являться субстратом жизни.

Но жидкая — раствор или коллоид — лишенная газов среда не может являться областью жизни.

Мы видим здесь опять проявление того исключительного значения газообразного состояния материи, с которым мы не раз сталкивались в этих очерках.

ГРАНИЦЫ ЖИВОГО В БИОСФЕРЕ

98. Из предыдущего ясно, что биосфера по своему строению, составу, физическим условиям среды целиком входит в область жизни.

Жизнь приспособилась к ее условиям и в ней нет мест, где бы она так или иначе не могла в ней проявиться.

Это, безусловно, верно, если мы будем принимать обычные нормальные условия биосферы, а не те временные мимолетные их нарушения, которые являются губительными для жизни, но которые не могут считаться для нее характерными. В условиях биосферы недоступны для жизни кратеры вулканов во время извержений и незастывшие еще с поверхности лавы. Это в ее существовании ничтожные и временные частности.

Такими же временными явлениями должны считаться сопровождающие вулканические процессы выходы ядовитых для жизни газов (например, хлористого или фтористого водорода) или горячие вулканические минеральные источники, лишенные жизни.

Длительные явления, например термы с температурой до 90°С, уже оказываются захваченными отвечающими им своеобразными, приспособившимися к этим условиям организмами.

Неясно, не могут ли быть безжизненны земные рассолы, т.е. растворы, содержащие больше 5 % солей. Самое большое скопление такой безжизненной соленой воды указывается в Мертвом море в Палестине. Но источники-рассолы, еще более богатые солями, чем оно, богаты жизнью. Ее отсутствие в Мертвом море объясняют богатством его бромом, но это гипотеза — догадка, не опирающаяся на опыты. Может быть, наше представление о Мертвом море обусловлено неполнотой наших знаний — неизученностью его микрофауны, частью бактериальной.

Несомненно, что некоторые из кислых серных или соляных природных вод, ионизация которых меньше 10^{-10} % Н, должны быть безжизненны. Они образуют, в общем, ничтожные водоемы.

99. В общем, можно считать, что земная оболочка, в которой наблюдается живое вещество, всецело отвечает полю существования жизни. Это оболочка непрерывная — подобно атмосфере — и этим она отличается от таких прерывчатых оболочек, какой является гидросфера.

Но земное поле устойчивости жизни далеко не целиком занято живым веществом. Мы наблюдаем медленное движение жизни в новые области, завоевание ею этого поля в течение геологического времени.

В земном поле устойчивости жизни надо отличить, во–первых, область временного проникновения — без быстрой гибели — живых организмов, во–вторых, область длительного их существования, неизбежно связанного с проявлением размножения.

Крайние пределы жизни в биосфере должны определяться существованием в ней условий, непреодолимых для всех организмов.

Для этого достаточно, чтобы даже одно какое–нибудь условие (независимое переменное равновесия) достигло величины, непреодолимой для живого вещества — будь то температура, химический состав или ионизация среды, длина волн излучений.

Нельзя не отметить, что такие определения не могут иметь безусловного характера. То, что мы называем приспособляемостью организма, его умением защищаться от вредных условий среды, огромно, и пределы его нам неизвестны — особенно если мы примем во внимание время.

Устанавливая эти пределы на основании нами сейчас наблюдаемых возможностей выживания, мы неизбежно всегда логически вступаем в область экстраполяций, всегда область скользкую и неверную.

В частности, человек, одаренный разумом и умело направляемой волей, может достигать непосредственно или посредственно областей недоступных для остального живого.

При единстве всего живого, которое, как мы видим, бросается в глаза на каждом шагу при охвате жизни как планетного явления, такое свойство Homo sapiens не может быть рассматриваемо, как случайное явление.

Его существование еще больше заставляет относиться осторожно к незыблемости в биосфере границ жизни.

Такое определение пределов жизни, основанное на возможности нахождения и существования организмов в их современных формах и в их современных амплитудах приспособляемости, ясно указывает характер биосферы, как оболочки, так как исключающие жизнь условия проявляются на всей поверхности планеты одновременно.

Достаточно поэтому определить только верхний и нижний пределы поля жизни.

Верхний предел обусловливается лучистой энергией, присутствие которой исключает жизнь.

Нижний предел связан с достижением высокой температуры, ставящей предел жизни с не меньшей необходимостью.

В пределах, этим путем установленных, жизнь охватывает — не целиком правда — одну термодинамическую оболочку, три химических и три фазовых.

Значение этих последних — тропосферы, гидросферы и верхней части литосферы — наиболее ярко сказывается в ее явлениях, и их мы положим в основу нашего изложения.

100. Жизнь, по–видимому, ни в каких своих современных нам известных формах не может зайти за пределы стратосферы, по крайней мере верхних ее частей.

Как видно из таблицы (стр. 140), здесь начинается другая (парагенетическая оболочка, где едва ли существуют какие бы то ни было химические молекулы или еще более сложные их комплексы.

Это область высочайшего разрежения материи, даже если принимать новые исчисления профессор В.Г.Фесенкова[1] (1923—1924), дающие для нее большие количества материи, чем это принимали раньше. Проф. В.Г.Фесенков полагает, что на высоте 150—200 км стратосфера заключает тонну вещества в одном кубическом километре[2]. Новые условия нахождения атомов этой разреженной материи не являются только следствием ее разрежения — уменьшения столкновения газовых частиц, удлинения их свободных траекторий. Они связаны с могучим действием ультрафиолетовых и, может быть, других лучей Солнца (а может быть, и космических пространств), беспрепятственно достигающих этих крайних пределов нашей планеты.

Мы знаем, что ультрафиолетовые лучи являются чрезвычайно активными химическими деятелями. В частности, лучи очень коротких волн, меньше 200 mμ (160—180 mμ), уничтожают всякую жизнь, самые устойчивые споры в сухой или в безвоздушной среде. По-видимому, несомненно, что эти лучи освещают эти далекие области планеты.

---

[1]Василий Григорьевич Фесенков (1.01.1889, Новочеркасск — 12.03.1972, Москва) — советский астроном, один из основоположников астрофизики

[2]Другие исчисления дают числа в тысячу и больше раз меньшие — тонну на 100 км, килограмм на 200 км^3.

101. Ниже они не проходят, так как совершенно поглощаются озоном, образующимся постоянно в стратосфере в относительно значительных количествах из свободного кислорода и, может быть, воды под влиянием тех же ультрафиолетовых излучений Солнца, которые он задерживает и которые губительны для жизни.

Озон стратосферы образует по Ш.Фабри[1] и Г.Бюссону слой в 5 мм мощностью, если бы он был собран весь вместе в чистом виде. Но и в рассеянных атомах эти количества озона достаточны, чтобы не пропустить всех вредных для жизни излучений.

Сколько бы ни разрушался озон, он постоянно восстанавливается, так как лучи колебаний короче 200 mμ встречают все время в стратосфере — в нижних ее слоях — избыточное количество атомов кислорода.

Жизнь защищена в своем существовании экраном озона в 5 мм мощностью, являющимся естественной верхней границей биосферы.

Характерно, что необходимый для создания озона свободный кислород образуется в биосфере только биохимическим путем; он должен исчезнуть из нее при прекращении жизни. Жизнь, создавая земной коре свободный кислород, тем самым создает озон и предохраняет биосферу от губительных коротких излучений небесных светил.

Ясно, что новейшее проявление жизни — культурный человек; — может предохранить себя иначе — и проникнуть безнаказанно за озонный экран.

102. Озонный экран определяет только верхнюю границу возможной жизни.

В действительности она прекращается в атмосфере гораздо ниже. Зеленые автотрофные растения не поднимаются над зеленым древесным и травяным покровом суши. Нет зеленых клеток, развивающихся в воздушной среде. Случайно и невысоко, в брызгах океана, поднимаются зеленые клетки планктона.

---

[1]Шарль Фабри (11.06.1867, Марсель — 11.12.1945, Париж) — французский физик, открывший озоновый слой атмосферы и один из изобретателей интерферометра Фабри — Перо.

Выше древесной растительности организмы могут попадать или механически, или благодаря выработанным приспособлениям летания. Чрезвычайно редко этим путем могут далеко и надолго проникать в атмосферу зеленые организмы.

Мельчайшие споры, например хвойных или тайнобрачных, лишены или бедны хлорофиллом — а это, вероятно, величайшие массы зеленых организмов, разносимые ветром и поднимающиеся иногда ненадолго на довольно значительную высоту.

Главная масса живого вещества, проникающего в атмосферу, состоит из живой материи второго порядка. К ней принадлежат все летающие организмы. Зеленый слой нашей планеты, где начинается превращение солнечных радиаций в земную химическую энергию, расположен на поверхности суши и в верхнем слое океана; он не поднимается далеко в атмосферу.

В геологическое время, однако, он расширил в ней область своего нахождения.

Ибо в стремлении уловить наибольшее количество солнечной энергии зеленый растительный организм проник далеко в нижние слои тропосферы; он поднялся на десятки, более сотни, метров от ее поверхности в форме высоких деревьев и в их скоплениях в лесных массивах. Эти формы жизни выработаны организмами, по-видимому, в палеозое.

103. Жизнь проникает в атмосферу и долго в ней держится главным образом в виде мельчайших бактерий и спор, в летающих формах животных.

Относительные ее концентрации главным образом в виде латентных форм (спор микроскопических организмов) могут наблюдаться только в «пылевой атмосфере», т.е. в тех частях воздушного покрова, куда проникает пыль с земной поверхности. Пылевая атмосфера связана главным образом с сушей. Эта пылевая атмосфера по А.Клоссовскому[1] (1910) достигает 5 км, по О.Менгелю (1922),

[1]Александр Викентьевич Клоссовский (1846, Житомир — 31.03.1917, Петроград) — украинский метеоролог, член-корреспондент Петербургской Академии Наук (1910).

значительные скопления пыли не поднимаются выше 2,8 км. Главная часть пыли, однако, косная материя.

На горных вершинах воздух очень беден организмами, все же они там существуют. По определению Л.Пастера, в среднем здесь находится не больше 4—5 микробов, патогенных, открываемых питательными жидкостями в одном кубическом метре. М.Флемминг в воздухе с высоты 4 км обнаружил в среднем не более одного патогенного микроба на три литра. По–видимому, в верхних слоях микрофлора воздуха обедняется бактериями и обогащается плесневыми и дрожжевыми грибками (В.Л.Омелянский).

Не может быть сомнения, что эта микрофлора проникает за средние пределы пылевой атмосферы (5 км), но число точных наблюдений, здесь, к сожалению, ничтожно. Она может достигать пределов тропосферы (9 —13 км), так как сюда достигают наблюдаемые нами на поверхности Земли движения газов — ветры и токи воздуха.

Едва ли эти высокие поднятия над поверхностью Земли имеют какое-нибудь значение в ее истории, так как огромное большинство этих организмов находится в латентном состоянии и они едва заметны в массе — хотя и разреженной — косного газа, среди которого они рассеяны.

104. Неясно, заходят ли за пределы тропосферы животные. Правда, они подымаются иногда на большие расстояния, выше высочайших горных вершин (всегда лежащих еще в пределах тропосферы), т.е. доходят до ее верхней границы.

Так, по наблюдениям А. фон Гумбольдта[1], кондор в своем полете поднимается до 7 км от земной поверхности; он наблюдал мух на вершине Чимборасо (5882 м).

Эти наблюдения А.Гумбольдта и некоторых старых натуралистов отрицались современными орнитологами, изучавшими на проходных станциях перелеты птиц — но новейшие наблюдения

[1]Фридрих Вильгельм Генрих Александр Фрайгерр фон Гумбольдт (14.09.1769, Берлин — 6.05.1859, Берлин) — немецкий учёный–энциклопедист, физик, метеоролог, географ, ботаник, зоолог и путешественник.

Уолластона[1] (1923), натуралиста английской экспедиции на Эверест, не оставляют сомнений, что некоторые горные хищники поднимаются или парят около вершин высочайших гор, выше 7 км (7540 м).

По–видимому, это немногие отдельные виды птиц. Вдали от горных вершин и даже в горных областях птицы едва ли долетают до 5 км. Наблюдения летчиков указывают поднятия до 3 километров (для орла).

Бабочки наблюдались на высоте 6,4 км, пауки до 6,7 км, тли — до 8,2 км. Из растений Arenaria muscosa и Delphinium glaciale на высоте 6,2—6,3 км (M.Hingston, 1925).

105. Дальше всего проникает в стратосферу человек, и он несет с собою вполне бессознательно и неизбежно следующие за ним, в нем и на нем самом или в его изделиях формы жизни.

Область проникновения человека все расширяется с развитием воздухоплавания, и пределы ее выходят уже из области жизни, определяемой озоновым покровом.

Выше всего поднимаются шары-зонды, всегда заключающие в своем материале представителей жизни. 17 декабря 1913 г. такой шар–зонд, пущенный в Павии, достиг высоты 37,7 км.

Сам человек в своих аппаратах поднимается выше высочайших гор. Уже в воздушных шарах Г.Тиссандье[2] (1875) и Дж.Глэшер[3] (1868) почти достигли этого предела, первый достиг до 8,6 км, второй 8,83 км.

С развитием аэропланов высота поднятия достигла пределов стратосферы. Француз М.Каллизо[4] и американец М.Макреди[5] (1925)

---

[1]Уильям Хайд Уолластон (1766—1828) — английский учёный, который открыл палладий (1803) и родий (1804), впервые получил (1803) в чистом виде платину. Открыл (1801) независимо от И.Риттера ультрафиолетовое излучение, сконструировал рефрактометр (1802) и гониометр (1809).

[2]Гастон Тиссандье (21.11.1843, Париж — 30.08.1899, Париж) — французский химик, метеоролог, воздухоплаватель, писатель и издатель.

[3]Джеймс Глешер (07.04.1809 — 07.02.1903) — английский метеоролог, воздухоплаватель. Один из организаторов английской метеорологической службы и основатель метеорологического и воздухоплавательного обществ.

[4]М.Каллизо — французский аэронавт.

[5]М.Макреди — американский аэронавт.

достигли 12—12,1 км, и очевидно, эта высота быстро будет превзойдена. Постоянные поселения человека, его деревни встречаются на высоте 5,1—5,2 км (Перу, Тибет), его железные дороги — на высоте 4,77 км (Перу), его возделанные поля — на высоте 4,65 км.

106. Подводя итоги, можно утверждать, что жизнь, проявляющаяся в биосфере, достигает своего земного предела — озонового экрана — только для редких отдельных своих неделимых. В главной своей массе не только стратосфера, но и верхние слои тропосферы безжизненны.

Нет ни одного организма, который всегда бы жил в воздушной среде. И лишь тонкий слой атмосферы, исчисляемый десятками метров — обычно много меньше ста метров — может считаться переполненным жизнью.

Едва ли можно сомневаться, что и это завоевание воздушной среды есть новое явление в геологической истории планеты: оно стало возможным только с развитием сухопутных организмов — сперва растений (в докембрии), затем насекомых, летающих позвоночных (в палеозое), с мезозоя — птиц. С самых древних периодов есть указания на механические переносы микрофлоры и спор. Но лишь с выявлением культурного человечества живое вещество сделало крупный шаг к завоеванию всей атмосферы.

Атмосфера не является самостоятельной областью жизни. Ее тонкие нижние слои составляют с биологической точки зрения части прилегающих к ним слоев гидросферы и литосферы, причем, только в этой последней они входят в сгущения — пленки — жизни.

Огромное влияние живого вещества на историю атмосферы,— связано не с непосредственным его нахождением в газовой среде — но с газовым его обменом — с созданием им новых газов, выделяемых в атмосферу, и с их поглощением из атмосферы...

Живое вещество влияет на химию атмосферы, меняя тонкий прилегающий к земле слой газа или газы, растворенные в природных водах.

Конечный грандиозный результат — охват всей газовой оболочки планеты энергией жизни, повсеместное проникновение газо-

образных продуктов жизни (прежде всего свободного кислорода) — является, по существу, следствием свойств газообразного вещества, а не свойств живого вещества.

107. Теоретически не менее резкой и ясной, чем верхняя, определяемая озоновым экраном, должна быть и нижняя граница жизни на Земле.

Она должна соответствовать той высокой температуре, при которой организм, ни в каком случае, не может существовать и развиваться — в зависимости от свойств тех соединений, из которых он составлен.

Температура в 100°С уже несомненно представляет такую преграду. Это температура, которая достигается на глубине 3—3,5 км от земной поверхности, может быть местами даже меньшей, около 2,5 км. В среднем можно считать, что глубже 3 км от земной поверхности живые существа — в их современном виде — существовать не могут.

Ниже уровня моря слой в 100°С опускается, так как средняя глубина океана достигает 3,8 км, причем температура дна близка к 0°. Очевидно, в этих точках земной коры предельная для жизни температура не будет встречена в среднем раньше 6,5—7 км, если земной градиент будет одинаков. В действительности повышение температуры идет здесь быстрее, и едва ли возможный для жизни слой превысит 6 км, считая с уровня океана.

Несомненно, предел в 100°С есть чисто условная граница. На земной поверхности нам известны организмы, размножающиеся при температурах выше 70—80°, но и здесь организмы, приспособившиеся к длительной жизни при 100°С, не встречены.

Таким образом, нижняя граница биосферы в самом крайнем пределе в среднем едва ли превысит 2,5—2,7 км на суше и 5—5,5 км в области океанов.

По-видимому, эта граница должна определяться температурой, а не химическим составом, так как отсутствие свободного кислорода не может служить препятствием для жизни. Свободный кислород на суше кончается много раньше, едва ли в среднем идет на несколько

сот метров от земной поверхности: здесь глубже 500 м в среднем не могут жить иные организмы, кроме анаэробных бактерий.

108. Но высокая температура глубоких слоев составляет лишь теоретический предел биосферы, так как другие факторы, в своей совокупности, влияют гораздо более могущественно на распространение жизни.

К тому же, как указывалось, области планеты, лишенные света, захватываются геологически более молодыми организмами, и этот захват далеко не достиг своего предела.

Мы наблюдаем здесь то же самое явление, какое указано было и для верхней границы — жизнь медленно приближается к своим глубинным пределам в течение геологического времени, но их еще далеко не достигает. Она достигает геоизотермы в 100° еще менее, чем озонового экрана. Очевидно зеленые организмы, требующие света для своего развития, не могут идти за пределы освещенной Солнцем поверхности планеты.

Ниже всего могут идти только гетеротрофные организмы и автотрофные бактерии. Жизнь разно идет вглубь на суше и в океанах. Животная жизнь в океанах глубже всего проникает в своем рассеянии; это проникновение зависит от рельефа дна.

По–видимому, все же в заметных своих представителях она не идет глубже 7 км. Еще на глубине 6035 м был найден Hyphalaster parfaiti— морской еж.

Вероятно, плавающие глубоководные формы могут заходить в самые большие океанические глубины — но находки со дна глубже 6,5 км пока неизвестны.

Бактерии в рассеянном состоянии проникают всю водную толщу (найдены глубже 5,5 км), концентрируясь в морской грязи. Их присутствие в морской грязи наибольших глубин не доказано, но чрезвычайно вероятно.

109. Несравненно менее глубоко проникает жизнь суши, прежде всего, потому, что нигде здесь не проникает так глубоко в земную кору свободный кислород.

В океане свободный кислород, в водном газовом растворе, в котором его процентное содержание по отношению к азоту всегда

выше, чем то же отношение этих газов в атмосфере, находится в неразрывной связи с наружной атмосферой. Кислород достигает самых больших глубин океана — до 10 км, — и всякое его уменьшение непрерывно — правда с опозданием — пополняется новым его приходом из атмосферы путем растворения и диффузии.

На суше свободный кислород быстро исчезает с глубиной, поглощается организмами или сильно окисляющимися соединениями, главным образом органическими. Исследование вод, приходящих с глубин, близких к 1—2 км, обычно уже не дает в их газах свободного кислорода. Между вадозной водой, содержащей свободный кислород воздуха, и водой фреатической, его лишенной, существует резкий перерыв, до сих пор в точности не выясненный.

Свободный кислород проникает обычно всю почву и часть подпочвы. Верхняя граница свободного кислорода в болотистых почвах и болотах ближе к поверхности.

По М.Гассельману, болотистые почвы наших широт уже на глубине 30 см не должны содержать свободного кислорода. В подпочвах свободный кислород идет на глубину нескольких метров, иногда до 10 м и даже больше, если он не встречает на своем пути препятствий в виде твердых пород, которые поглощают свободный кислород. Следы его могут проникнуть в верхние части этих пород, которые всегда соприкасаются с водой из окружающей их среды.

Свободные пустоты и трещины, доступные проникновению воздуха, в исключительных случаях достигают по вертикальному направлению глубины в несколько сот метров. Глубже всего сейчас идут шахты и буровые скважины — создания человеческой культуры — превышающие 2 км по вертикальному направлению — но их значение в масштабе биосферы ничтожно.

К тому же сведенные к уровню океана такие образования в подавляющем большинстве случаев лежат выше этого уровня. Самые большие низины суши по отношению к этому уровню — дно Байкала (богатое жизнью), настоящего пресного моря — превышают километр (более 1050 м).

Очевидно — даже принимая во внимание анаэробную жизнь — нигде на суше живое не достигает тех глубин планеты, которые ему

доступны в гидросфере. А между тем даже те глубины лежат далеко от тепловых пределов теоретического поля жизни.

110. Мы видим, таким образом, что не только количество живого преобладает в гидросфере благодаря тому, что она по размерам своей поверхности является господствующей частью области жизни — но и потому, что жизнь в ней констатирована на всем ее протя-жении, в мощном слое до 10 км в пределе, в среднем в слое в 3,8 км. Между тем на суше, площадь которой составляет всего 21 % поверхности планеты, область жизни в предельных проявлениях не достигает и 1,5 км ниже земной поверхности, а в среднем образует слой в немного сотен метров. И в этом тонком слое суши, в котором встречаются живые организмы, жизнь лишь в единичных случаях спускается ниже уровня моря.

В планетном масштабе жизнь на суше оканчивается на уровне океана, в гидросфере она охватывает слой на 3,8 км ниже.

ЖИЗНЬ В ГИДРОСФЕРЕ

111. Явления жизни в гидросфере, несмотря на их кажущуюся хаотичность, в действительности представляют неизменные черты, которые выдерживаются в течение всей геологической истории, начиная с археозоя. Мы должны их рассматривать, как постоянные всегда существующие и в сущности неизменные черты механизма всей земной коры, не только биосферы. Они во все геологические периоды удерживаются на определенных местах гидросферы, несмотря на вечную изменчивость и жизни, и океана.

Можно характеризовать этот механизм гидросферы одинаковым образом в течение всего геологического времени.

В основу его изучения должна быть положена густота жизни — выделение участков, ею обогащенных. В строении океана мы всегда можем выделить такие участки, которые я буду называть пленками и сгущениями жизни.

Их можно рассматривать как вторичные подразделения той земной оболочки, которую представляет гидросфера, так как они явля-

ются сплошными концентрическими ее участками или могут быть таковыми в некоторые периоды ее геологической истории. Пленки и сгущения жизни, очевидно, образуют в океане области наибольшей трансформации солнечной энергии. По отношению к ним и в них должны изучаться все явления жизни океана, если мы хотим их охватывать в их проявлении в истории планеты. Только при этом условии можно выяснить геохимический эффект жизни в гидросфере.

Помимо густоты жизни важно установить свойства пленок и сгущений жизни.

1) По отношению к характеру их зеленого живого вещества и его в них распределению. Этим путем выделяются области гидросферы, в которых идет создание главной части свободного кислорода планеты.

2) По отношению к распределению в них во времени и в пространстве создания нового живого вещества гидросферы, т.е. хода в пленках и сгущениях явлений размножения. Очевидно, это явление может дать количественное представление о закономерном изменении хода в них геохимической энергии, ее темпа.

3) По отношению к геохимическим процессам в пленках и в сгущениях в связи с историей отдельных химических элементов в земной коре. Этим путем вырисовывается отражение живого вещества океана в геохимии планеты. Мы увидим, что химические функции разных пленок и сгущений неизменны, определенны и различны.

112. Как уже было указано, вся поверхность океана сплошь охвачена зеленой жизнью. В этой области идет выработка свободного кислорода, которым — благодаря диффузии и конвекции — охвачена вся масса воды океана, до самых больших глубин, до самого дна.

Взятые в целом, зеленые автотрофные организмы океана сосредоточены в главной своей массе в верхней его части, не глубже 100 м. Глубже 400 м находятся — в общем — только гетеротрофные животные и бактерии.

С одной стороны, вся поверхность океана является областью растительного, хлорофиллового планктона; с другой — местами выступают на первое место большие растительные организмы — мор-

ские водоросли и травы. Они наблюдаются в виде двух резко различных, хотя часто не разделяемых, типов нахождения. Мощное развитие выявляют водоросли и травы в прибрежных и в мелких, вообще в морских, областях океана (прибрежные сгущения). Но местами водоросли образуют плавучие массы в открытом океане, одним из наибольших примеров которых является так называемое Саргассово море в Атлантическом океане, площадь которого превышает 100000 км^2 (саргассовые сгущения).

Главная масса зеленой жизни выражена в форме микроскопических одноклеточных организмов, сосредоточенных в наибольшей своей части на поверхности океана, в планктоне.

Это должно являться следствием их большой быстроты размножения. Наблюдаемое размножение планктона отвечает величине v, равной 250—275 см/с (эта величина может достигать тысяч сантиметров в секунду), — между тем как для прибрежных водорослей эта величина достигает всего 1,5—2,5 см (может достигать немногих десятков сантиметров). Если бы захват поверхности океана, захват, отвечающий ее лучистой энергии, зависел бы только от скорости V, то планктон должен был бы занимать поверхность моря раз в сто большую, чем большие водоросли. К порядку этой величины действительно приближается наблюдаемое распределение этих разных аппаратов образования свободного кислорода. Прибрежные водоросли могут встречаться только в более мелких участках океана[1] — в областях морей. Площадь «морей»[2] по Ю.Шокальскому[3] не превышает 8 % поверхности океана; но лишь очень небольшая их часть занята покровом больших водорослей и трав. Очевидно, что 8 % представляют максимальный недосягаемый предел для прибрежных водорослей. Плавающие саргассовые выделения водорослей играют еще меньшую роль. Самое большое их скопление — Саргассово море — отвечает 0,02 % поверхности океана.

---

[1]В том случае, когда большие глубины подходят к берегу, слой водорослей занимает очень малую площадь.

[2]Т.е. глубин ниже 1000—1200 м, сюда входят и мели.

[3]Юлий Михайлович Шокальский (5.10.1856, С.–Петербург — 26.03.1940, Ленинград) — российский и советский географ, океанограф и картограф.

113. Зеленая жизнь — редко видная в океане — далеко не охватывает всего проявления жизни в гидросфере. Для гидросферы чрезвычайно характерно мощное развитие гетеротрофной жизни, совершенно необычное для нас на суше. Едва ли будет ошибочным то общее впечатление, которое получается при созерцании жизни океана, что по массе захваченной жизнью материи животные, а не растения занимают господствующее положение и кладут печать на все проявления сосредоточенной в нем живой природы.

Но вся эта животная жизнь может существовать только при наличии растительной жизни. Она в своем распределении теснейшим образом связана с распределением зеленой растительной жизни и с последствиями нахождения этой последней.

Тесная связь — по условиям питания и дыхания — разных представителей жизни как раз и вызывает образование в океане скоплений организмов, характеризующих его пленок и сгущений жизни.

114. Живое вещество составляет в общей массе океана небольшую процентную ее часть. Можно сказать, что обычно морская вода безжизненна. Даже бактерии — как автотрофные, так и гетеротрофные — в ней всюду рассеянные, составляют ничтожные дроби ее веса.

Большие количества живых организмов наблюдаются только в пленках и в сгущениях; здесь, и то местами, они могут составлять несколько процентов по весу морской воды. Обычно в «живых» пленках и в сгущениях весовой процент их содержания больше одного, может быть равен нескольким единицам.

Такие скопления жизни являются областями мощной химической активности.

Жизнь находится в вечном движении, однако в результате бесчисленных ее изменений образуются в гидросфере неподвижные или почти неподвижные места скоплений, статические равновесия. Они также постоянны и также характерны для океана, как характерны для него морские течения.

Останавливаясь только на самых общих крупных чертах распределения жизни в океане, можно в нем выделить всего четыре стати-

ческих скопления жизни: две пленки — планктон и донную и два сгущения — прибрежное (морское) и саргассовое.

115. Основной, наиболее характерной формой концентрации жизни является верхняя тонкая живая пленка планктона, богатого зеленой жизнью. В общем, она может быть рассматриваема, как покрывающая всю поверхность океана.

В планктоне преобладает временами зеленый растительный мир — но роль гетеротрофных животных организмов, обусловленных в своем бытии зеленым планктоном, является по своему конечному проявлению в химии планеты, может быть, не меньшей. Фитопланктон всегда одноклеточный, но в животном огромную роль играют Metazoa. Metazoa господствуют иногда в такой степени, в какой мы нигде этого не видим на суше.

Так, в планктоне океана временами в преобладающем количестве над другими живыми веществами наблюдаются яйца и молоки рыб, ракообразные, черви, морские звезды и т.п. В общем, для микроскопического зеленого фитопланктона в среднем, количество неделимых в кубическом сантиметре колеблется от 3 до 15; это число — для всего микропланктона — в предельных числах поднимается до сотен в микроскопических неделимых (Аллен[1], 1919). Число клеток фитопланктона обычно меньше числа неделимых животных (гетеротрофных) организмов. В эти числа не входят ни бактерии, ни наннопланктон. В конце концов, таким образом, надо признать, что в планктонной пленке количество микроскопических неделимых — независимых центров передачи геохимической энергии — должно исчисляться сотнями может быть, тысячами 1/1 $см^3$. По весу это рассеянное живое вещество составляет не меньше 10^{-4}—10^{-3} % всей массы океанической воды (вероятно, еще значительно больше).

Мощность этого слоя, большею частью находящегося на глубине 20—50 м, не превышает немногих десятков метров. Временами планктон поднимается к водной поверхности или опускается вниз. От этой тонкой пленки планктона количество неделимых и вверх, и

[1]Азаф Аллен Джоэл (1838—1921) — американский зоолог и орнитолог.

особенно вниз быстро уменьшается. Глубже 400 м обычно неделимые планктона являются чрезвычайно рассеянными.

Таким образом, в общей массе воды океана, средняя мощность которой равна 3,8 км, а наибольшая глубина доходит до 10 км, живые организмы образуют тончайшую пленку, в среднем составляющую $n \cdot 10^{-2}$ часть всей мощности гидросферы. В химизме океана эта его часть может рассматриваться как активная, а остальная масса воды как биохимически слабо деятельная.

Ясно, что планктонная пленка является важной частью механизма биосферы, несмотря на свою тонину, подобно тому как важной частью является озоновый экран с ничтожным процентом озона.

Ее площадь равняется сотням миллионов квадратных километров, а вес должен выражаться числами порядка 10^{15}—10^{16} тонн.

116. Другое сгущение — донная живая пленка — наблюдается в морской грязи и в донном слое воды, ее проникающем и к ней прилежащем.

Этот тонкий слой по размерам и объему подобен планктонной пленке, по весу же должен быть значительно больше ее.

Донная пленка резко распадается на две части. Из них одна — верхняя — пелоген находится в области свободного кислорода — на ней развивается богатая животная жизнь, в которой большую роль играют Metazoa; здесь мы наблюдаем сложнейшие соотношения между организмами биоценоза, количественная сторона которых только что еще начинает изучаться.

Местами эта фауна достигает огромного развития. Как уже указывалось, этим путем получаются скопления на гектаре живого вещества — для Metazoa бентоса — одного порядка с скоплениями сухопутных растительных Metazoa при наилучших их урожаях. Эти богатые жизнью грязи и связанный с ними бентос, несомненно, представляют яркие сгущения живого вещества до глубин, равных 5 км и может быть глубже. Только для самых больших глубин есть указания на исчезновение в них животных бентоса, глубже 7 км, и на их значительное уменьшение в числе особей с 4—6 км.

Ниже бентоса дна лежит слой грязи дна, составляющий нижнюю часть донной пленки. В нем в огромном количестве преобладают

протисты, господствующую роль играют бактерии с их огромной геохимической энергией. Только тонкая, в немного миллиметров мощностью верхняя часть ее содержит свободный кислород; ниже лежит мощный слой грязи, переполненный анаэробными бактериями, прерываемый бесчисленными и разнообразными роющими животными.

Здесь все химические реакции идут в резко восстановительной среде. В химии биосферы значение этого тонкого слоя огромно. Мощность донной пленки, считая и слой грязи, едва ли превышает 100 м; может быть, однако, она более мощна, например, в тех глубинных частях океана, где развиваются такие организмы, как морские лилии, значение которых в химических процессах Земли, по-видимому, очень велико. К сожалению, можно сейчас только условно определить толщу данной концентрации жизни в 10—60 м в среднем.

117. Планктон и донная пленка охватывают всю гидросферу. Если поверхность планктона может быть в общем близка к поверхности океана, т.е. равна $3{,}6 \times 10^8$ км^2, то поверхность донной пленки должна значительно превышать ее, так как она следует всей сложности и всем неправильностям рельефа океанического дна.

К этим двум объемлющим гидросферу пленкам присоединяются местами два других сгущения, тесно связанных в своем существовании с богатой свободным кислородом поверхностью планеты, переполненные зеленою жизнью, неотделимые от планктона сгущения жизни — прибрежные и саргассовые.

Прибрежные сгущения иногда охватывают всю толщу воды, вплоть до донной пленки, так как они приноровлены к более мелким участкам гидросферы.

Площадь их, в общем, ни в коем случае не превышает значительно 0,1 площади океана. Мощность их достигает сотен метров, в среднем вероятно местами доходит до 500 м, может быть, доходит до километра. Кое–где они соединяются в одну толщу с планктонной и донной пленками.

Прибрежные усиления жизни всегда связаны с более мелкими частями океана, с морями и с прибрежными его областями. Они свя-

заны с проникновением световых и тепловых излучений Солнца, с разрушением континентов и приносом их реками богатых органическими остатками водных растворов и взмученной пыли суши. Общее количество этой жизни неизбежно должно быть меньше той, которая связана с планктонной или донной пленками, так как глубины ниже одного километра немного превышают — если превышают — десятую часть океанической площади.

Частью это леса водорослей и морских трав, частью скопления моллюсков, постройки кораллов, известковых водорослей, мшанок.

118. Особое место, по-видимому, занимают саргассовые сгущения жизни, мало обращающие на себя внимание и разно объясняемые.

Они отличаются от планктонных сгущений характером фауны и флоры, а от прибрежных тем, что независимы в своем существовании от разрушения континентов и от приносимых реками созданий жизни суши. В отличие от прибрежных сгущений, саргассовые являются океаническими сгущениями и наблюдаются на поверхности глубоких частей океана, вне всякой связи с бентосом и с донной пленкой.

Долгое время их рассматривали, как вторичные образования, приносы ветрами и морскими течениями оторвавшихся частей прибрежных сгущений жизни. Постоянные, неизменные места их нахождения в океане казались следствием распределения ветров и течений — местами затишья, затонов.

Эти взгляды еще часто встречаются в научной литературе, но они резко противоречат фактам, по крайней мере, для наиболее изученного и для наибольшего по размерам Саргассового моря Атлантического океана.

Мы встречаем в нем свою особую фауну и флору, указывающую на происхождение некоторых ее представителей из бентоса прибрежных областей. Очень возможно, что прав Л.Жермен, связывающий ее происхождение с медленным приспособлением этой фауны и флоры к новым условиям с эволюцией прибрежного живого вещества — в связи с медленным опусканием в течение хода геологиче-

ского времени бывшего на месте Саргассового моря исчезнувшего континента или сети островов.

Можно ли или нельзя применить это объяснение ко всем другим — многочисленным — сгущениям жизни этого рода, покажет будущее. Но факт остается — нахождение типа сгущений жизни, богатой крупными растительными организмами, переполненной особыми животными формами, отличного от пленок планктонной и донной и от прибрежных сгущений. Их точный учет не сделан — но, по-видимому, площадь океана, ими обнимаемая, не велика, несравненно меньше площади прибрежных сгущений.

119. Из этого ясно, что едва ли 2 % общей массы Океана заняты сгущениями жизни. Вся остальная его масса содержит жизнь рассеянную.

Несомненно, влияние этих сгущений и пленок жизни сильно сказывается во всей толще океана — сказывается, в частности, и в ее химическом составе, и в ее химических процессах, и в ее газовом режиме — но находящиеся в этой толще, в промежуточных слоях организмы не вносят существенных изменений даже в количественный учет явления.

Поэтому во всем нашем дальнейшем учете значения жизни в биосфере мы можем оставить в стороне главную массу воды океана и принимать во внимание только четыре области сгущений: планктонную и донную пленки, прибрежные и саргассовые сгущения.

120. Во всех этих биоценозах размножение идет с перерывами во времени, с определенным ритмом. Ритм размножения отвечает ритму геохимической работы живого вещества. Ритм размножения пленок и сгущений определяет изменения его геохимической работы для всей планеты.

Как уже указывалось, характернейшей формой обеих океанических пленок живого вещества является преобладание в их массе протистов, организмов наиболее мелких, с максимальной быстротой размножения; едва ли когда скорость передачи жизни — величина v — в благоприятных — нормальных — условиях их существования может быть для них меньше 1000 см/с. В связи с этим это тела с наи-

большей интенсивностью газового обмена, всегда пропорционального их поверхности, и проявляющие на гектаре максимальную кинетическую геохимическую энергию, т.е. способные в данный срок времени дать наибольшее скопление живого вещества на гектаре и достигающие наиболее быстро предела плодородия.

По-видимому, эти быстро размножающиеся протисты различны в планктонной и в донной пленках. В донной преобладают бактерии, переполняющие огромные массы скопляющихся там не разложенных остатков более крупных организмов. В планктонной пленке, по массе охваченного ими вещества, они отходят на второе место, и на первое место выступают зеленые протисты и Protozoa.

121. Protozoa планктона не являются главной составной частью животной жизни планктона; среди животных преобладают Metazoa — ракообразные, первые стадии — яйца, мальки рыб и т.п.

Темп размножения Metazoa всегда медленнее размножения Protozoa. В иных случаях скорость передачи жизни для них исчисляется в долях сантиметра в секунду. Для океанических рыб и для ракообразных планктона величина v не падает, по-видимому, ниже немногих десятков сантиметров в секунду.

Огромное количество Metazoa, нередко в виде больших форм, является характерной чертой строения донной пленки. Их размножение идет временами еще более медленным темпом, чем мелких организмов планктона.

Возможно, что здесь наблюдаются организмы с очень малой скоростью размножения.

Metazoa и Metaphyta характеризуют саргассовые и прибрежные сгущения; здесь протисты всякого рода, в конце концов, явно занимают второе место, и не они определяют темп геохимических процессов этих биоценозов.

В этих областях — особенно в прибрежных сгущениях — по мере углубления, Metazoa начинают преобладать и, в конце концов, являются основными проявителями жизни. То значение, какое они могут иметь, ясно для нас, например, в зарослях кораллов, гидроидов, криноидей или мшанок.

122. Ход размножения — правильности его ритма — далеко не охвачены нашей научной мыслью.

Мы знаем только, что размножение не идет беспрерывно и что в окружающем нас мире есть очень определенное, повторяющееся в тесной зависимости от астрономических явлений чередование картины этих явлений.

Оно зависит от солнечного освещения, от солнечного нагревания, от количества жизни, от характера среды.

Увеличение размножения определенных организмов связано с увеличением движения тех атомов, которые необходимы для их жизни в тем большей степени, чем в большем количестве данные атомы входят в состав организма. Уменьшение размножения вызывает обратный процесс.

Сейчас наиболее ясна нам картина этого явления для планктонной пленки.

123. Для нее изменения размножения всегда ритмические. Они отвечают из года в год повторяющимся колебаниям среды жизни. Они находятся в теснейшей зависимости от ритмических движений океана. Эти движения океана — движения приливов и отливов, температуры, солености, интенсивности испарения, освещения — все космического происхождения.

В связи с ними и в известный момент весенних месяцев по всему морю разносится волна создания органического вещества в виде новых неделимых. Волна эта замирает в летние месяцы. Эта волна выявляется в ежегодном приплоде почти всех высших животных, и она отражается на составе планктона. «С совершенно той же неизбежностью, с какой приближается весеннее равноденствие и повышается температура, с такой же точностью масса планктонных животных и растений, обитающих в единице объема морской воды, достигает своего годового максимума и затем вновь понижается» (Д.Джонстон). Картина, нарисованная Джонстоном, касается наших широт, но она, по существу, правильна для всего океана и меняется лишь в формах своего выражения.

Планктон — это биоценоз. Все организмы, из которых он состоит, тесно связаны в своем существовании одни с другими. Пер-

венство часто наблюдается за ракообразными (Copepoda), которые питаются диатомеями, иногда и за диатомеями, как, например, в северной части Атлантического океана.

Правильный ритм наблюдается из года в год в северо-восточных морях Европы, которые хорошо изучены. В период с февраля до июня (для большинства рыб в марте—апреле) планктон переполнен рыбьей икрой. Весной, после марта, в нем кишат кремнистые диатомовые: Biddulphia, Cosinodiscus и позднее — некоторые виды динофлагеллат. К лету количество диатомовых и пиридиней уменьшается, и на смену им приходят Copepoda и другие представители зоопланктона.

Осенью, в сентябре — октябре, наблюдается новый расцвет фитопланктона — диатомовых и пиридиней, но менее интенсивный.

Декабрь и, особенно, январь характерны обеднением жизни, замедлением размножения.

В наших широтах в феврале—июне, для большинства рыб в марте— апреле, планктон переполняется яйцами рыб. Весной — например, в Северном море — в нем кишат кремнистые диатомовые Biddulphia, Cosinodiscus, летом — Rhizosolenia, осенью другие диатомовые и пиридинеи. Первые два месяца года — январь и февраль — характерны обеднением жизни — замедлением размножения.

Смена темпа размножения — характерная и постоянная, различная для каждого организма — повторяется для каждого года с неизменной точностью, как повторяются все явления, связанные с космическими причинами.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ СГУЩЕНИЙ ЖИЗНИ И ЖИВЫХ ПЛЕНОК ГИДРОСФЕРЫ

124. Геохимический ход размножения выражается в ритмичности земных химических процессов. Каждая живая пленка и каждое сгущение жизни есть область создания определенных химических продуктов.

Несомненно является чрезвычайно характерным для всего живого, что химические элементы, раз попавшие в его циклы, почти из них не выходят, в них остаются вечно. Все же небольшая часть их всегда при этом выделяется в виде новых вадозных минералов и именно она представляется нам в виде созданий химии моря. Темп размножения отражается на их выделении.

Живая планктонная пленка есть главная область выделения самородного кислорода, создаваемого жизнью зеленых организмов; в ней сосредоточиваются соединения азота, значение которых огромно в земной химии этого элемента; она является центром создания органических соединений океанической воды. Несколько раз в течение года здесь собирается кальций в виде карбонатов и кремний в виде опалов, и в конце концов они — падая на дно — накопляются в донной пленке. Мы видим результаты этой работы, геологически накопленной в мощных отложениях осадочных пород — в части материала меловых пород (водоросли наннопланктона, корненожки) и кремнистых отложений (диатомовые и радиолярии).

125. Близки к живой планктонной пленке по своим химическим продуктам саргассовые и частью прибрежные сгущения. Они также характерны для создания свободного кислорода, кислородных соединений азота, кислородных и азотных соединений углерода, соединений кальция.

По–видимому, в этих местах нередко наблюдается концентрация магния, входящего в меньшей, чем кальций, но все же в яркой и заметной степени в состав твердых частей организмов и непосредственно переходящего этим путем в состав вадозных минералов.

Гораздо менее, чем планктонная пленка, важны эти скопления жизни в истории кремния, хотя и здесь его круговорот через живое вещество очень интенсивен.

126. В истории всех химических элементов в областях скоплений жизни имеет значение двоякого рода процесс — во–первых, прохождение данных химических элементов через живое вещество, и, во–вторых, выделение их — уход из живого вещества — в форме вадозных соединений.

В общем, выделение этих тел в течение короткого — например годового — цикла жизни не заметно, так как количество выходящих из жизненного круговорота в этот промежуток времени элементов ничтожно. Оно становится заметным лишь в долгие промежутки времени, даже не исторические — но геологические. Этим путем создаются в земной коре массы косного твердого вещества, во множество раз превышающие вес живого вещества, в данную минуту существующего на планете.

В этом отношении наблюдается большое различие между живой планктонной пленкой и прибрежными сгущениями жизни[1]. В этих последних выходят из цикла жизни значительно большие количества химических элементов, чем в планктонной пленке, и благодаря этому они оставляют больший след в строении земной коры.

Эти явления наблюдаются особенно интенсивно в нижних слоях прибрежных сгущений, около донной живой пленки, и в их частях, прилегающих или внедряющихся в сушу. В этом последнем случае характерно выделение твердых органических соединений углерода и азота и испарение газообразного сероводорода, связанное с уходом серы из данного участка земной коры. Этим биохимическим путем исчезают сульфаты из образующихся по краям морских бассейнов соляных озер и заливов.

127. Для прибрежных сгущений нет той резкой границы между химическими реакциями дна и поверхности моря, которая так ярка в открытом океане, где обе эти живые химически активные пленки отделены друг от друга огромной толщей в несколько километров мощностью, химически инертной воды.

В прибрежных сгущениях границы между пленками гидросферы вообще сближаются, а в мелких морях и вблизи берегов исчезают.

В этом последнем случае сливается действие всех скоплений жизни, и наблюдаются области, особенно интенсивной биохимической работы разного типа.

Донная пленка есть всегда область интенсивного проявления химической работы жизни. На первое место выступают концентрации

[1][Явления в саргассовых сгущениях нам сейчас точно не известны.- Прим. Ред.]

организмов, обладающих наибольшей геохимической энергией — бактерий. Здесь вместе с тем резко меняются химические условия обычной среды, так как благодаря нахождению больших количеств жадно поглощающих свободный кислород соединений, большею частью продуктов жизни, и медленной замене свободного кислорода, идущего с поверхности океана, в донной пленке господствует в морской грязи — восстановительная среда. Здесь царство анаэробных бактерий. Только тонкий слой ее в несколько миллиметров мощностью, пелоген, представляет область интенсивных биохимических окислительных процессов, дающих начало нитратам и сульфатам. Он отделяет верхнее население донных сгущений жизни, подобное по химическим своим проявлениям прибрежным сгущениям, от неизвестной в других местах в биосфере восстановительной среды донной грязи.

В действительности здесь, благодаря непрерывному перемешиванию грязи роющими животными, постоянно нарушается равновесие между окислительной и восстановительной средой — биохимические и химические реакции идут в обе стороны, усиливая создание нестойких, богатых свободной химической энергией, тел.

Вместе с тем характерной особенностью донных сгущений является постоянное отложение в них гниющих остатков погибших организмов, падающих неустанно на дно с планктонной, саргассовой, прибрежных пленок, с промежуточных слоев морей и океана.

Эти остатки организмов переполнены бактериями, главным образом анаэробными, и еще более увеличивают восстановительный химический характер среды этих концентраций жизни.

128. Донные концентрации жизни в связи с характером их живой материи играют совершенно особую роль в биосфере и имеют огромное значение в создании ее косной материи. Ибо главные продукты их биохимических процессов, здесь образующиеся, являются в анаэробных условиях твердыми телами, или телами коллоидальными, с ходом времени в значительной мере переходящими в твердые.

В этих областях существуют все условия для их сохранения, так как здесь организмы по отмирании и их остатки очень быстро выхо-

дят из обычных биохимических условий тления и гниения, из условий того процесса, который в среде, содержащей кислород, в конце концов переводит значительную часть их вещества в газообразные продукты; они не окисляются (не «сгорают»).

Уже на небольшой глубине в морской грязи прекращается не только аэробная, но и анаэробная жизнь. По мере падения сверху остатков жизни и взмученных частей косной материи — нижние слои морской грязи становятся безжизненными, и образованные жизнью химические тела не успевают перейти в газообразные продукты или войти в новые живые вещества. Живой слой грязи никогда не превышает немногих метров, между тем как он непрерывно растет с поверхности. Снизу он неустанно замирает.

«Исчезание» остатков организмов, переход их в газы, есть всегда процесс биохимический. В слоях, лишенных жизни, остатки организмов медленно меняются, переходят в течение геологического времени в вадозные твердые и коллоидальные минералы.

Продукты такого происхождения окружают нас всюду и измененные химическими процессами с ходом времени — в форме осадочных пород — составляют поверхность планеты в несколько километров средней мощности. Они постепенно переходят в метаморфические породы, еще больше изменяются и, попадая в области высокой температуры в магматическую оболочку Земли, входят в состав массивных, гипабиссальных пород — фреатических и ювенильных тел, вновь вступающих в биосферу с ходом времени под влиянием той энергии, проявлением которой является высокая температура этих слоев.

Они вносят в эти области планеты ту свободную, превращенную жизнью в химическую, энергию, которую зеленый организм получил некогда в биосфере в форме космических излучений, солнечных лучей.

129. Поэтому живые донные пленки, в связи с прилегающими к ним прибрежными скоплениями жизни, заслуживают особого внимания при учете химической работы живого вещества на нашей планете.

Они образуют мощные химически активные участки земной коры, действующие медленно, но, в общем, одинаково в течение всего геологического времени.

Распределение моря и суши на земной поверхности дает понятие об их перемещении на ней во времени и месте.

Геохимическое значение донных, живых пленок велико как для их окислительной верхней части (главным образом, бентос), так и для их нижних восстановительных слоев.

Оно еще более увеличивается в тех частях, где они сливаются с прибрежными сгущениями жизни, и где к обычным для них продуктам прибавляются (выше 400 м) свободный кислород и биохимические продукты, связанные с ним и с работой зеленой жизни.

В главной своей части окислительная среда донной пленки резко сказывается в истории многих химических элементов, не только кислорода, азота или углерода.

Прежде всего, она совершенно меняет историю кальция на Земле. Очень характерно, что кальций из всех металлов является господствующим в живом веществе. В валовом составе живого вещества он превышает 1 % по весу, а в очень многих организмах, главным образом морских, его количество превышает 10 и даже 20 %. Этим путем, деятельностью живого вещества, кальций в биосфере отделяется от натрия, магния, калия, железа, с которыми он связан в косной материи земной коры в общих молекулах и с которыми он сравним по своей распространенности. Кальций жизненными процессами организмов переводится в карбонаты, сложные фосфаты, значительно реже — в кальциевые оксалаты. Кальций уже в организмах приводится в форму карбонатов и сложных фосфатов, в виде несколько измененных форм которых он сохраняется, и в вадозных минералах биохимического происхождения.

Океан, главным образом его области донных и прибрежных сгущений жизни, является тем механизмом, который создает кальциевые покровы планеты, отсутствующие в ювенильных силикатовых массах ее коры и глубоких фреатических областях.

Ежегодно в океане откладывается не меньше $6 \cdot 10^{14}$ г кальция в виде карбонатов. Не меньше 10^{18}—10^{19} г кальция находится в не-

прерывном круговороте в живом веществе; это составляет уже заметную часть всего кальция земной коры (около $7 \cdot 10^{23}$ г) и очень значительную часть кальция биосферы. Кальций концентрируется не только организмами бентоса, обладающими значительной скоростью передачи жизни, — моллюсками, криноидеями, морскими звездами, водорослями, кораллами, гидроидами и другими; он собирается протистами морской грязи, еще больше — планктона, в том числе наннопланктона, и бактериями, обладающими максимальной для живого вещества кинетической геохимической энергией.

Путем выделения соединений кальция, образующих целые горы, участки в миллионы кубических километров объемом, солнечная энергия жизнедеятельностью организмов определяет химию земной коры не меньше, чем разложением углекислоты и воды и созданием этим путем органических соединений и свободного кислорода.

Кальций выделяется главным образом, в виде карбонатов, частью в виде фосфатов. Он приносится в Океан реками с суши, где главная его часть тоже прошла, в другой форме, через наземную жизнь.

Помимо кальция эти области скоплений жизни аналогичным образом влияют на историю в земной коре других распространенных элементов, несомненно, кремния, алюминия, железа, марганца, магния, фосфора.

Многое еще нам неясно в этих сложных природных явлениях, но общий результат — огромное значение этой живой пленки в геохимической истории указанных элементов — является несомненным.

В истории кремния влияние донной пленки сказывается в образовании отложений остатков кремневых организмов, частью планктонных, частью донных — радиолярий, диатомовых, морских губок. В результате образуются самые большие нам известные скопления свободного кремнезема — в сотни тысяч кубических километров объемом. Этот свободный кремнезем, инертный и малоизменчивый в биосфере, является в метаморфической и магматической оболочках Земли — благодаря своему химическому характеру свободного кислотного ангидрида — интенсивным химическим фактором, носителем свободной химической энергии.

Едва ли можно сомневаться и в другой биохимической реакции, здесь идущей, общее значение которой мы сейчас еще не можем уяснить. Это разложение диатомовыми и, может быть, бактериями алюмосиликатов каолинового строения, ведущее, с одной стороны, к образованию указанных выше отложений свободного кремнезема, а с другой — к выделению гидратов окиси алюминия. Этот процесс идет, по–видимому, не только в грязи, но, судя по опытам Ж.Меррея и Ф.Ирвина, и в взмученной глинистой мути морской воды, которая сама является результатом биохимических процессов выветривания косной материи суши.

По–видимому, не меньше значение этих областей и связанных с ними биохимических реакций в истории железа и марганца. Несомненен результат этих реакций: образование в земной коре самых больших скоплений этих элементов, нам в земной коре известных. Таковы молодые третичные железные руды Керчи, мезозойские — Эльзас–Лотарингии[1]. Это доказано новыми работами русских ученых (Б.В.Перфильева[2], В.С.Буткевича[3], Б.Л.Исаченко, 1926—1927). Эти бурые железняки и богатые железом хлориты, по-видимому, несомненно, выделились в теснейшей связи с остатками организмов, но механизм процесса нам неясен. Вероятно, мы имеем здесь дело с бактериальным процессом, по крайней мере отчасти.

На всем протяжении геологической истории, начиная с архейской эры, наблюдается повторение тех же процессов. Так образовались, например, величайшие древнейшие скопления железа в железных рудах Миннесоты.

Тот же характер имеют многочисленные руды марганца — и его величайшие скопления в Закавказье в Кутаисской губернии. Есть переходы между железными и марганцовыми рудами, и идут и сейчас

---

[1]Эльзас–Лотарингия — «имперская провинция» Германской империи, ныне на территории Восточной Франции, состоящая из Эльзаса и восточной Лотарингии, связанных общей историей в период с 1871 по 1944 гг.

[2]Борис Васильевич Перфильев (03.1891,С.–Петербург, — 29.01.1969, Ленинград) — советский микробиолог, основоположник капиллярной микроскопии.

[3]Владимир Степанович Буткевич (7.06.872 — 4.11.1942) — советский ботаник–физиолог, микробиолог и биохимик.

на значительных протяжениях морского дна аналогичные их выделения, биохимическое бактериальное происхождение которых является чрезвычайно вероятным, если не может считаться доказанным.

130. Тот же самый характер носят выделения соединений фосфора, выпадающие и ныне на морском дне при условиях, для нас не вполне ясных.

Связь их с явлениями жизни, с биохимическими процессами несомненна, но механизм процесса точно не известен.

Несомненно, фосфор таких фосфоритовых залежей, главным образом конкреционных образований, известных на всем протяжении геологической истории, по крайней мере, с кембрия — органического происхождения. Несомненно, везде он здесь связан с морскими донными сгущениями жизни. В них же — в несравненно меньших размерах — фосфоритные конкреции образуются и сейчас кое-где (у Южной Африки, например) на морском дне. Несомненно, часть этого фосфора уже была концентрирована в виде фосфатов организмами при их жизни в виде богатых им частей их тела.

Обычно, однако, фосфор организмов, столь необходимый для живого не выходит из жизненного круговорота. Условия его выхода из цикла жизни нам неясны, причем все указывает на то, что наряду с фосфором скелетов (твердых соединений кальция) в конкреции переходит и фосфор коллоидальных органических соединений и фосфаты растворов организма.

Этот выход совершается при особых условиях гибели богатых фосфорсодержащими скелетами организмов, делающих невозможными обычные процессы изменения их тел и создающих благоприятную среду для жизнедеятельности особых бактерий.

Несомненен, во всяком случае, факт биогенного происхождения этих образований, их постоянной теснейшей связи с живой донной пленкой и постоянного повторения аналогичных явлений в течение всего геологического времени.

Этим путем собираются самые большие концентрации фосфора, нам известные, вроде тех, какие проявляют нам третичные фосфориты Северной Африки или юго–восточных штатов Северной Америки.

131. Несомненно, наши знания о химической работе живого вещества этой пленки все еще не полны. Ясно, что ее роль значительна в истории магния, в истории бария и, должно быть, других химических элементов, как, например, ванадия, стронция или урана. Здесь мы находимся перед большой, еще мало затронутой точным знанием областью явлений.

Еще больше неясностей и загадок представляет другая область донной пленки — лишенная кислорода нижняя ее часть. Это область анаэробной бактериальной жизни и физико-химических явлений, связанных с проникающими ее органическими соединениями. Эти соединения были созданы в другой химической среде особыми, чуждыми в обычной жизненной среде, богатой кислородом, живыми организмами.

Хотя процессы, здесь происходящие, в значительной степени остаются для нас темными, и по отношению к целому ряду вопросов, с ними связанных, мы вынуждены делать гипотезы, мы не можем оставлять их без внимания и должны их учитывать при оценке роли живого в механизме земной коры.

Ибо два эмпирических обобщения несомненны: 1) несомненно, значение этих грязевых отложений, богатых остатками организмов, в истории серы, железа, меди, свинца, серебра, никеля, ванадия, повидимому, кобальта, может быть, других более редких металлов и 2) несомненна повторяемость этого явления в разные геологические эпохи, указывающие на связь его с определенными физико–географическими условиями замирания морских бассейнов и с их биологическими характером.

132. Для серы, несомненно, непосредственное участие в ее выделении особых живых организмов — бактерий, выделяющих сероводород, разлагающих сульфаты или сложные, содержащие серу органические соединения. Выделяемый при этом сероводород вступает в многочисленные химические реакции и дает сернистые металлы. Это биохимическое выделение сероводорода является характерным явлением этой области и наблюдается непрерывно всюду в морской грязи, причем в наружных частях се он быстро биохимически окисляется вновь в сульфаты.

Биохимический характер выделения соединений других металлов неясен. Многое указывает, что железо, медь, ванадий — а может быть, и другие находящиеся здесь и соединяющиеся с серой металлы — получаются разрушением организмов, ими богатых. С другой стороны, очень вероятно, что органические вещества морской грязи обладают способностью задерживать металлы, осаждать их из слабых растворов, причем сами металлы могут не иметь никакого прямого отношения к живому веществу.

Но и в том, и в другом случае этого выделения металлов не было бы если бы не было остатков жизни, т.е. если бы морская грязь не являлась бы — в своей органической составной части — продуктом живого вещества.

Мы наблюдаем сейчас такие процессы в большом масштабе в Черном море (выпадение сернистого железа), в малом — во множестве мест. Их широкое развитие в другие геологические периоды может быть прослежено во множестве случаев. В пермский и в триасовый периоды в области Евразии были выделены этим путем из растворов или из живого вещества огромные количества меди.

133. Из всего вышеизложенного ясно, что во все геологические периоды существовало то же самое распределение жизни в гидросфере и сказывалось то же самое неизменное ее проявление в химии планеты. Те же самые живые пленки — планктонная и донная — и те же сгущения жизни (по крайней мере, прибрежное) существовали во все геологические периоды, являлись частью одного и того же непрерывно существовавшего все эти сотни миллионов лет биохимического аппарата.

Все время происходившие перемещения суши и моря вызывали смещения на поверхности планеты одних и тех же химически активных областей, образованных живым веществом — живых пленок и сгущений гидросферы. Они этим путем переходили — как пятна лика планеты — с одного места на другое.

Нигде мы не видим при изучении древних геологических отложений указаний на изменение такого строения гидросферы или его химических проявлений.

А между тем морфологически за этот ход времени живой мир изменился до неузнаваемости. Очевидно, это его изменение заметно не отражалось ни на количестве живого вещества, ни на его среднем валовом составе: морфологическое изменение шло в известных рамках, не нарушавших проявления жизни в химической картине планеты.

И это несмотря на то, что морфологические изменения, несомненно, были связаны с большими — в масштабе организма — нарушениями химического характера как по отношению к индивидууму, так и по отношению к виду. Создавались новые химические соединения, исчезали старые (с вымиранием видов) — но это не отражалось заметно на геохимическом эффекте жизни при ее изучении как планетного явления. В этом масштабе незаметно даже такое, несомненно, огромное химическое изменение в истории кальция, фосфора, может быть магния, как создание скелета Metazoa. Очень вероятно, что в до палеозойское время организмы были лишены этого скелета; эта гипотеза, которая многими считается установленным эмпирическим обобщением, действительно многое объясняет в палеонтологической истории органического мира.

Для того чтобы это явление не отразилось на геохимической истории фосфора, кальция, магния, необходимо допустить, что до создания скелетных Metazoa выделение схожих соединений этих элементов шло в том же масштабе жизнедеятельностью протистов, между прочим бактерий; такое выделение длится еще и до сих пор, но раньше оно должно было играть еще большую и исключительную роль.

Если эти два явления, которые с точки зрения геологического времени различны, вызывают биогенную миграцию одних и тех же атомов, то морфологические изменения, хотя бы и очень значительные, могут не оказать нового влияния на геохимическую историю этих элементов. Все указывает на то, что, действительно, такое положение вещей имело место в геологической истории Земли.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО СУШИ

134. Совершенно иную картину, чем гидросфера, представляет суша. По существу, мы имеем здесь одну живую пленку, которую представляют почва и населяющая ее фауна и флора.

Однако среди этой единой, переполненной жизнью пленки необходимо выделить на земной поверхности еще водные сгущения живого вещества — водные вместилища; которые и с биохимической, и даже с чисто биологической точки зрения резко отличны от суши; геологический же их эффект явно совершенно иной.

Жизнь покрывает сушу почти сплошной пленкой; мы находим ее проявление и на сплошных ледниках и снегах, в пустынях, на высотах гор. Едва ли можно говорить на поверхности суши о безжизненности — можно говорить только о временной безжизненности, о разрежении жизни. В той или иной форме жизнь проявляется всюду, разрежения жизни, пространства суши, ею бедные, пустыни, ледники и снежные поля, снежные горы — в общей сложности едва ли составляют 10 % ее поверхности. Вся остальная поверхность суши является жизненной пленкой.

135. Мощность этой пленки очень незначительна; она для сплошных лесных пространств не поднимается выше нескольких десятков метров над земной поверхностью; в полях и степях она поднимается на несколько метров.

Леса в экваториальных областях, где деревья достигают наибольшей высоты, образуют пленку жизни, мощность которой 40—50 м. Самые высокие деревья, в 100 м и больше, теряются в общем облике растительности и не могут приниматься во внимание отдельно от общего ее уровня.

Жизнь проникает в глубину почвы и подпочвы только на несколько метров.

Аэробная жизнь прекращается на глубине 1—5 м, анаэробная идет, в общем, на несколько десятков метров.

Вглубь она нигде не идет глубже 1—5 м — глубже слоя почвы и верхней подпочвы.

В общем, на поверхности суши чередуются участки живой пленки в десятки метров (области лесов) и в немногие метры мощностью (травяной покров).

Деятельность культурного человечества внесла в структуру этой пленки такие изменения, каких нигде не наблюдается в гидросфере.

Эти изменения — новое явление в геологической истории планеты, еще не учтенное в своем геохимическом эффекте. Одним из главных его проявлений является чрезвычайное уменьшение лесных пространств, т.е. более мощных частей пленки.

136. Мы сами входим в состав этой пленки, и нам чрезвычайно ясно ее изменение — в ее составе и в ее проявлении — в течение годового солнечного цикла.

Здесь преобладают по количеству захваченного жизнью вещества зеленые растения и среди них травы и деревья, в животном населении — насекомые, клещи, может быть паукообразные. В общем, при поразительном многообразии жизни океана живое вещество второго рода — звери, гетеротрофные организмы — играет подчиненную роль. Значительные части суши, тропические леса, как гилея Африки, или северная тайга, являются почти пустынями в отношении млекопитающих, птиц и других позвоночных. Членистоногие, которые для нас менее заметны, составляют очень рассеянное животное население этих мощных растительных сообществ. То, что медленно выяснилось в планктоне, — сезонные усиления и ослабления размножения — здесь общеизвестно. Жизнь замирает в наших широтах зимою, возбуждается и развивается весною. Тот же процесс идет всюду в разных формах, в большей или меньшей яркости — от полюсов и до тропиков.

Это не только явление, резко выраженное для поверхностей зеленой растительности и для связанного с нею животного мира, для которого столь же характерны периодически сезонные периоды размножения. То же самое наблюдается и для почв. К сожалению, здесь вопрос мало изучен, а между тем, как мы увидим, значение почв в истории планеты гораздо большее, чем это обычно, кажется.

В общем, для всех пленок и гидросферы, и суши существуют регулируемые Солнцем усиления и ослабления размножения — хода

геохимической энергии живого вещества, «вихрей», химических элементов, им захватываемых. Геохимические процессы пульсируют, закономерно замирают и усиливаются.

Числовые законности, здесь явно существующие, нам совершенно не известны.

137. Геохимические явления, связанные с живой пленкой суши, чрезвычайно характерны и резко отличают ее от морских пленок.

В живой пленке суши никогда процессы выхода химических элементов из жизненного цикла не приводят к таким скоплениям вадозных минералов, какие мы наблюдаем в морских отложениях, где ежегодно отлагаются миллионы тонн карбонатов кальция и магния (известняки и доломитизованные известняки), кремнезема (опалы и т.п.), гидратов окиси железа (бурые железняки), водных окислов марганца (пиролюзиты и псиломеланы), сложных фосфатов кальция (фосфориты) и т.п.. Все эти образования в огромном большинстве морского происхождения, во всяком случае, водного. В живом веществе суши химические элементы не выходят в еще более подавляющей своей части из жизненного цикла, чем в гидросфере. После умирания организма или отмирания его частей вещество или немедленно, без перерыва, захватывается новыми организмами, или же уходит в атмосферу в виде газообразных продуктов. Эти биогенные газы — O_2, CO_2, H_2O, N_2, MH_{hh}... — вновь сейчас же захватываются в живое вещество его газовым обменом.

Мы имеем здесь очень совершенное динамическое равновесие, которое приводит к тому, что огромная геохимическая работа живого вещества суши оставляет — после десятков миллионов лет своего существования — ничтожные следы в твердых телах, строящих земную кору. Химические элементы живого вещества суши находятся в непрерывном движении — в форме газов и живых организмов.

138. Из этого динамического равновесия постоянно выходит ничтожная по весовому процентному содержанию, но выражающаяся, надо думать, ежегодно во многих миллионах тонн масса твердых остатков жизненного цикла суши в виде мельчайшей пыли «органического вещества» — соединений, главным образом углерода, кислорода, водорода, азота, в меньшей степени — фосфора, серы, желе-

за, кремния и т.п., которые проникают всю биосферу и в некоторой неопределенной пока части уходят из жизненного цикла — иногда надолго, на миллионы лет.

Эти органические остатки проникают всю материю биосферы — живую и косную — собираются во всех вадозных минералах, во всех поверхностных водах и реками и атмосферными осадками сносятся в море. Их влияние в ходе химических реакций биосферы огромно и аналогично тому влиянию органических растворенных веществ природных вод, о котором упоминалось выше. Органические остатки жизни полны — в термодинамическом поле биосферы — свободной химической энергией; по своим малым размерам они легко дают водные дисперсные системы — коллоидальные растворы.

139. На суше они концентрируются в почвах, которые, однако, никак нельзя рассматривать, как косную материю. В почвах живое вещество достигает нескольких десятков весовых процентов; это область наивысшей геохимической энергии живого вещества, важнейшая — по своим геохимическим последствиям — лаборатория идущих в ней химических и биохимических процессов.

Она по своему значению аналогична грязевой части донной пленки, но в отличие от нее в ней преобладает окислительная среда. Вместо нескольких миллиметров ее толщины в донной грязи, мощность ее здесь может превышать метр. Роющие животные и здесь являются могучим фактором ее уравнивания.

Почва является областью энергичного выветривания в среде, богатой кислородом и углекислотой, которые отчасти создаются живым веществом, в ней находящимся.

Но в отличие от наземного биохимизма суши химические создания почвы не входят целиком в новые жизненные вихри элементов, выражающие, по образному выражению Ж.Кювье[1], сущность живого, не уходят в газовые формы естества. Они выходят на некоторое время из цикла жизни и отражаются в другом, огромном явлении планеты — в составе природной воды, в соленой воде океана.

[1]Жорж Леопольд Кювье (1769—1832) — французский естествоиспытатель, натуралист. Считается основателем сравнительной анатомии и палеонтологии.

Почва жива, пока она влажная. Ее процессы идут в водной среде — в растворах или в дисперсных системах.

И этим обусловливается иной характер проявления живого вещества почвы в химии планеты по сравнению с живыми организмами, на ней находящимися.

В их проявлении решающую роль играет механизм воды на суше.

140. Вода на суше находится в постоянном круговороте. Этот круговорот совершается энергией Солнца — его тепловыми лучами. Этим путем проявляется космическая энергия на нашей планете в не меньшей степени, чем она выявляется в геохимической работе жизни. Деятельность воды в механизме всей земной коры очень значительна; особенно ярка она в биосфере. Она не только составляет в среднем много более двух третей по весу живой материи, ее присутствие является непреходимым условием размножения живых организмов, проявления их геохимической энергии, условием их выявления в механизме планеты. В биосфере не только вода неотделима от жизни — но и жизнь неотделима от воды. Трудно учесть, где кончается влияние одного тела — воды — и начинается влияние другого — разнородного живого вещества.

Почва непосредственно захватывается круговоротом воды — она ею обтекается благодаря осадкам. Всюду идет непрерывный процесс ее выщелачивания, стекания по ней поверхностных вод. Они непрерывно растворяют и уносят во взмученном состоянии богатые органическими остатками ее части. Состав пресной воды, таким путем связанный с почвой, непосредственно определяется химизмом почвы, является проявлением ее биохимизма. Почва резко определяет таким путем в самой основной его части, состав речной воды, куда, в конце концов, собираются все эти поверхностные воды.

Реки несут свои воды в море, и состав морской воды в его солевой части, в конце концов, и главным образом обусловлен ими, т.е. обусловлен химической работой почвы, — ее столь еще мало нам известным биоценозом.

На нем отражается окислительный характер среды почвы; он выражается в конечных растворимых продуктах ее живого вещества.

В водах рек преобладают сульфаты и карбонаты, натрий соединен с хлором. В тесной связи с биохимизмом этих элементов в почве, характер их нахождений в речной воде резко отличается от твердых их выделений в лишенных жизни земных оболочках.

141. В связи с циркуляцией воды на суше наблюдаются и другие закономерные химические проявления населяющего ее живого вещества.

Жизнь, населяющая водные пространства, резко отличается по своим эффектам от жизни наземной.

Здесь мы наблюдаем во многом явления, аналогичные пленкам и сгущениям гидросферы, здесь в меньшем масштабе можно отличить и планктонную, и донную пленку, и сгущения, отвечающие прибрежным. Здесь помимо окислительной среды имеют место и химические реакции в среде восстановительной. Здесь, наконец, увеличивается выход химических элементов из жизненного круговорота и образование твердых продуктов, входящих позже в состав осадочных пород земной коры. И здесь, по-видимому, этот процесс выделения твердых продуктов связан с явлениями восстановительной среды, быстрого исчезания кислорода, а затем и прекращения не только аэробной, но и анаэробной жизни простейших.

При таком общем сходстве, геохимический эффект этого явления суши существенно отличен от наблюдаемого в гидросфере.

142. Это связано с резким отличием от гидросферы водных вместилищ суши. Химическим основным различием является пресный характер главной массы воды, физически — мелкость водовместилищ. Главная масса воды суши в области биосферы сосредоточена в лужах, озерах и болотах, а не в реках. Благодаря мелкости бассейнов они представляют одно пресноводное сгущение жизни. Только в пресных морях, как, например, Байкальское, мы наблюдаем раздельными живые пленки подобно гидросфере. Но эти глубокие озера являются исключением.

В связи с таким характером озер их биогеохимическая роль резко отлична от водных вместилищ океана и прежде всего это выражается в том, что продукты выделения в пресных водных бассей-

нах иные, на первое место выступают соединения углерода. Хотя и кремнезем, и карбонаты кальция, и бурые окислы железа образуются в донных пленках и связанных с ними сгущениях водоемов суши — они отходят на второй план по сравнению с выделением углеродистых тел. Здесь — и только здесь — идет в заметной степени выделение стойких вадозных углеродо-водородно-азотистых тел, бедных кислородом — всех углей и битумов. Это стойкие формы вадозных минералов, в которые переходят, выходя из биосферы, органические соединения углерода. В конечном их изменении в метаморфических областях углерод выделяется в свободной форме графита.

Причина образования стойких углеродо–азотистых тел только в пресных водовместилищах нам неясна, но она выдерживается неизменно в течение всего геологического времени. В соленой воде моря мы сколько-нибудь их значительных скоплений не знаем. Является ли это следствием химического характера среды или строения живой природы, сказать нельзя — но и в том, и в другом случае явление это связано с характером жизни.

Скопления этих органических веществ являются очагами огромной потенциальной энергии, «погребенными лучами Солнца», по образному выражению Р.Майера, значение которых так велико в истории человека, но далеко не безразлично и в природе. Понятие о масштабе проявлений этого процесса можем получить, учтя количество известного нам каменного угля.

Возможно, что такие каменноугольные бассейны образовывались в соседстве с морями.

Мне кажется почти несомненным, что в этих же пресноводных сгущениях суши надо искать и главные места выделения жидких углеводородов — нефти, зависимость которых от скоплений жизни биосферы может считаться вполне точно установленной для главных типов нефтяных месторождений.

СВЯЗЬ ЖИВЫХ ПЛЕНОК ГИДРОСФЕРЫ И СУШИ

143. Из предыдущего ясно, что все живое представляет неразрывное целое, закономерно связанное не только между собою, но и с окружающей косной средой биосферы.

Но наши современные знания недостаточны для получения яркой единой картины. Это дело будущего, которое объяснит и лежащие в ее основе числовые соотношения.

Мы же только улавливаем самые общие контуры явления. Главнейший факт — это существование биосферы в течение всех геологических периодов, с самых древних их проявлений, с архейской эры.

Эта биосфера в основных своих чертах представляла один и тот же химический аппарат.

Мы видим, что неизменно в течение всего геологического времени — под влиянием неуклонного тока лучистой солнечной энергии — в биосфере действовал один и тот же химический аппарат, созданный и поддерживаемый в своей деятельности живым веществом.

Этот аппарат состоит из определенных концентраций жизни, которые занимают, вечно меняясь, одни и те же места в земных оболочках, отвечающих биосфере. Эти концентрации жизни — живые пленки и сгущения жизни — являются как бы более частными делениями земных оболочек. В общем, их концентрический характер выдерживается, хотя они никогда не дают сплошного непрерывного покрова поверхности планеты.

Они являются областями планеты химически активными; здесь сосредоточены разнообразнейшие статические — установившиеся — системы динамических равновесий земных химических элементов. Это области, где обтекающая весь земной шар лучистая энергия Солнца принимает форму земной свободной химической энергии, причем она превращается в земную энергию в различной мере для разных химических элементов.

Существование этих областей планеты связано, с одной стороны, с той энергией, какую она получает от Солнца, а с другой — со

свойствами того живого вещества, которое является аккумулятором и трансформатором этой энергии в земную химическую.

144. Все эти сгущения жизни теснейшим образом между собою связаны. Одна не может существовать без другой. Эта связь между разными живыми пленками и сгущениями и неизменный их характер есть извечная черта механизма земной коры, проявлявшаяся в ней в течение всего геологического времени.

Как не было ни одного геологического периода, когда бы не было суши, так не было и такого, когда бы она одна существовала. Только в отвлеченной фантазии ученых наша планета являлась в виде сфероида, покрытого океаном, в форме «Панталассы» Э.Зюсса или в форме сухой, уравненной, мертвой пенеплены, как ее рисовал давно И.Кант[1] и, относительно недавно, П.Лоуэлл[2].

Суша и океан существовали совместно, начиная с отдаленнейших геологических эпох. Их существование связано с геохимической историей биосферы и является важной частью ее механизма.

С этой точки зрения, попытки объяснить происхождение наземных организмов из морских несостоятельны и фантастичны. Воздушная жизнь в рамках геологического времени так же стара, как и морская; ее формы развиваются и изменяются, но это изменение происходит всегда на земной поверхности, а не в океанических водах.

Если бы это не было так, то был бы период революционный, период внезапного изменения механизма биосферы, который должен

---

[1]Иммануил Кант (22.04.1724, Кёнигсберг, Пруссия — 12.02.1804, Кёнигсберг, Пруссия) — немецкий философ, родоначальник немецкой классической философии, стоящий на грани эпох Просвещения и Романтизма.

[2]Персиваль Лоуэлл (13.03.1855, Бостон, Массачусетс — 12.11.1916, Флагстафф, Аризона) — американский бизнесмен, востоковед, дипломат, астроном и математик, исследователь планеты Марс, открыл астероид «Аризона» (1907). Почётный член Американской академии искусств и наук, Британского общества востоковедов, Французского астрономического общества, Астрономических обществ США, Бельгии, Германии и Мексики. Удостоен медали Жансена Французского астрономического общества (1904), а также Золотой медали Астрономического общества Мексики (1908) — обе за исследования Марса. Почётный профессор астрономии Массачусетского технологического института. В честь Лоуэлла названы кратеры на Луне и на Марсе.

был бы быть обнаружен геохимическими процессами. Между тем этого нет.

С архейского периода механизм планеты и биосферы в общих чертах неизменен.

Жизнь остается в главных своих чертах в течение геологического времени постоянной, меняется только ее форма.

В действительности всегда на ней существовали все живые пленки — планктонная, донная, почвенная и все живые сгущения — прибрежные, саргассовые (?) и пресноводные.

Менялись с ходом времени — колебались — их взаимные отношения, количества связанного в них вещества. Едва ли, однако, эти изменения могли быть очень значительны, так как при неизменном или почти неизменном в течение геологического времени притоке энергии солнечного лучеиспускания, распределение этой энергии в пленках и сгущениях должно было быть обусловлено живым веществом, которое в нем является основной и единственной изменчивостью в термодинамическом поле биосферы.

Но само живое вещество не является случайным созданием. Оно в себе самом также отражает солнечную энергию, как отражают ее его земные концентрации.

Можно идти дальше в нашем анализе, углубиться в тот сложный механизм, который представляют собой живые пленки и сгущения, и в те химические взаимоотношения, какие должны для них при этом выявляться. Я надеюсь в следующих очерках остановиться на этих двух проблемах — однородных живых веществах и структуре живой природы в биосфере.

1926 г.

ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ И ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО[1]

I

Жизнь составляет неразрывную часть организованности[2] биосферы. Это ярко выявляется при изучении геохимической истории химических элементов, для большинства которых процессы, идущие при участии жизни, — биогеохимические процессы — имеют основное значение. Эти биогеохимические проявления жизни рисуют на первый взгляд резко иную картину жизненных процессов, чем та, которая дается биологией. Кажется даже, что эти два представления о жизни — биологическое и геохимическое — несовместимы.

Лишь более глубокий анализ позволяет разобраться в наблюдаемом различии. Он указывает, что частью мы имеем дело здесь с различным выражением тождественных явлений, частью же действительно встречаемся с различными проявлениями жизни, разно охваченными геохимией и биологией.

Сопоставление двух точек зрения — биологической и геохимической — в конце концов углубляет и изменяет научный охват явлений жизни.

Различие двух представлений о жизни сказывается — наиболее, мне кажется, резко — в том, что проникающее все наше современное биологическое мировоззрение учение об эволюции почти совершенно не затронуто в геохимии, оставляется в стороне при изучении биогеохимических явлений. Они нам на первый взгляд представляются так, как будто бы эволюция видов животных и растений отражается в них слабо или совсем не отражается.

---

[1]Доклад, прочтен на заседании Ленинградского общества естествоиспытателей 5 февраля 1928 г. Природа, 1928, N 3. С. 227

[2]В 1928 г. было «механизма».

Мой доклад сегодня имеет целью анализ этих представлений и является попыткой выяснить значение явлений эволюции видов в механизме биосферы.

Обращаясь к этому механизму, можно убедиться, что в нем основные представления биологии приобретают коренные изменения.

Так, в биологии обычно вид рассматривается геометрически; на первое место выступает форма, морфологические признаки. В биогеохимических явлениях на первое место выступает число. Вид рассматривается арифметически. Подобно физическим и химическим явлениям — химическим соединениям и физико–химическим системам — отдельные виды животных и растений должны в геохимии характеризоваться и различаться числовыми константами. Числовые константы заменяют морфологические признаки, указываемые биологами при диагнозе вида.

В биогеохимических процессах необходимо принимать во внимание следующие числовые константы: средний вес организма, его средний элементарный химический состав и отвечающую ему среднюю геохимическую энергию, т.е. свойственную ему способность производить перемещение — миграцию — химических элементов в среде его жизни[1].

Вместо формы, свойственной виду, выступают в биогеохимических процессах его материя и его энергия. Так, выраженный вид, может быть, рассматриваем как некоторое вещество, такое же, как другие вещества земной коры — воды, твердые минералы и горные породы, которые одновременно с организмами строят геохимические процессы. Выраженный таким путем вид биолога может рассматриваться как однородное живое вещество, характеризованное массой, элементарным химическим составом [особым пространством — временем] и геохимической энергией.

Обычные выражения этих видовых признаков в граммах веса и процентах химического состава, в скоростях передачи геохимической энергии дают очень отвлеченное, закрывающее реальность

[3]Также и характер, занятого организмом объема (правизна — левизна).

представление. Его можно заменить другим, более ясно отвечающим природному процессу, создающему организм.

В геохимии мы имеем дело с атомами. В биосфере мы отличаем физико–химические организмы как особые автономные объемы — поля, в которых собираются определенные атомы в определенных количествах. Это количество и есть характерное свойство каждого организма, каждого вида. Оно указывает, сколько атомов организм данного вида может свойственной ему силой удержать вне общего поля биосферы, извлечь из окружающей среды. Зная объем организма и количество находящихся в этом объеме атомов и выражая все явления числами, мы получаем, по–видимому, наиболее отвлеченное и в то же время реальное выражение вида, поскольку оно отражается в геологических процессах планеты. Мы получаем его, измеряя размеры организма, его вес, его химический состав. Так полученные число атомов и объем организма суть, несомненно, видовые признаки. Захват жизнью в некотором поле — в некотором объеме — и удержание в нем известного количества атомов есть реальное явление в природе, столь же характерное для организма, как его форма или физиологические функции. По существу, такое представление, вероятно, даже наиболее глубоко выражает основные черты его существования.

Получаемые числа очень велики, например, для отдельной ряски, Lemna minor, они близки к $3{,}7 \cdot 10^{20}$, отвечая сотням квинтиллионов атомов. Эти большие числа реальны и сравнимы для разных видов.

Такое выражение вида в числе атомов объема организма только дополняет обычную биологическую характеристику вида формой и строением того же самого объема.

Живое однородное вещество геохимика и вид биолога тождественны, но выражены различно.

II

Изучение явлений жизни в [организованности] биосферы вносит еще более существенные различия в обычные биологические представления.

Биосфера в основных частях неизменна в течение всего геологического времени, неизменна, по крайней мере, с археозоя, полтора миллиарда лет. Такое же состояние выражается во множестве отвечающих ей явлений, в том числе и в биогеохимических.

Так, геохимические циклы химических элементов представляются постоянными в геологическом времени. В общем, в кембрии они должны были иметь тот же самый характер, как в четвертичное время или какой имеют теперь. Условия климата, вулканические процессы, биохимические, химические и физические явления выветривания оставались в течение всего геологического времени теми же, какие мы наблюдаем в наше время. За все время земного существования, вплоть до появления цивилизованного человечества, не был создан ни один новый минерал. Виды минералов на нашей планете остаются неизменными во времени или изменяются с его ходом одинаковым образом: во все геологические периоды образовывались те же самые химические соединения, как и теперь. Нет ни одного случая, который бы давал указания на связь того или иного минерального вида с определенной геологической эпохой. Это резко отличает виды минералов от однородного живого вещества, от вида живых организмов. Виды живых организмов резко меняются в течение геологического времени: все время создаются новые; виды минералов всегда одни и те же.

В геохимическом аспекте, входя как часть в мало изменяющуюся, колеблющуюся около неизменного среднего состояния биосферу, жизнь, взятая как целое, представляется устойчивой и неизменной в геологическом времени.

Входя как неразрывная часть в постоянно повторяющиеся одни и те же геохимические циклы, жизнь не может оказываться резко меняющейся в своих учитываемых в геохимии проявлениях. Масса живого вещества, т.е. количество атомов, захваченных во все бес-

численные автономные поля организмов, и средний химический состав живого вещества, т.е. химический состав атомов полей жизни, должны оставаться в общем неизменными в течение всего геологического времени.

К тому же, в эти долгие века и те формы энергии, с которыми связана жизнь, по–видимому, радиация Солнца и атомная энергия радиоактивных веществ, в общем, были те же по величине, какие мы наблюдаем и сейчас. Наблюдаются во всех указанных явлениях лишь колебания в ту или другую сторону вокруг средней величины, кажущейся нам постоянной.

III

Эта картина неизменности, свойственная в течение геологического времени всем космическим процессам, стоит в резком противоречии с несомненно шедшим в это время резким изменением форм жизни, изучаемым в биологии. В частности, несомненно, что все видовые признаки, учитываемые в геохимических явлениях, несколько раз коренным образом изменялись в течение геологического времени, ибо за это время неоднократно исчезали многочисленные растительные и животные виды и создавались новые, несомненно, с иным весом, с иным химическим составом и с иной геохимической энергией, чем их предшественники. Едва ли можно сомневаться, что химический состав морфологически различных тел всегда различен. Виды вымершие отвечали неизбежно иным, ныне не существующим формам однородного живого вещества. Их числовые константы были иные.

Если, однако, при всем этом общий эффект жизни, даже в частностях, например, в явлениях выветривания, оставался одним и тем же, это указывает, что в сложной [организованности] биосферы происходили в пределах живого вещества только перегруппировки химических элементов, а не коренные изменения их состава и количества — перегруппировки, не отражавшиеся на постоянстве и неизменности геологических — в данном случае геохимических —

процессов, в которых эти живые вещества принимали участие. Это новый факт огромной научной значимости, вносимый в биологию геохимическим изучением жизни.

В то самое время как морфологически или геометрически жизнь, взятая в целом, постоянно изменяется, что выражается в грандиозной эволюции живых форм, неуклонно идущей от археозоя, в то же время числовое, количественное, выражение жизни, взятой в целом, оставалось в своих главных величинах и, по-видимому, в главных функциях неизменным.

Правда, и в биологии внимательное изучение явлений эволюции указывает на чрезвычайную неравномерность ее хода. Нельзя говорить о постоянном изменении всех видов — всех форм жизни. Наоборот, мы имеем виды, остающиеся неизменными сотни миллионов лет, например, виды радиолярий докембрийских эпох не отличны от видов современных; виды Lingula сохраняются с кембрия до наших дней; они тоже неизменны в течение сотен миллионов лет в бесчисленных сменяющихся поколениях. Такие примеры, может быть, не за столь долгие периоды времени и для видов, несколько более изменившихся, могут быть найдены в большом числе. Можно, идя этим путем, и в живых формах видеть и изучать не их изменчивость, но их поразительное постоянство, их устойчивость. И эта устойчивость видовых форм в течение миллионов лет, миллионов поколений, может быть, даже составляет самую характерную черту живых форм, заслуживающую глубокого внимания биологов. Вероятно, мы видим в этих чисто биологических явлениях проявление той же неизменности жизни в основном своем бытии на всем протяжении геологической истории, какую в другой форме вскрывает нам ее положение в структуре биосферы. Мне кажется, эти явления устойчивости видов заслуживают более серьезного внимания биолога, чем это сейчас имеет место.

Современная мысль биолога обратилась в другую сторону: эволюция форм в течение геологического времени кажется, наиболее характерной чертой истории жизни и в нее облечены для нас все представления о живой природе.

Явление, эмпирически и, безусловно, установленное больше ста лет назад одним из самых глубоких и точных натуралистов, Г.Кювье, доказавшим существование иного, неведомого нам сейчас мира живых форм в прошлые геологические эпохи, вызвало со времени А.Уоллеса и Ч.Дарвина, за последние 70 лет, резкое изменение всего научного мировоззрения натуралистов. Эволюция видов заняла центральное место в этом мировоззрении, привлекла к себе внимание до такой степени, что затемнила другие, не менее, если не более, важные биологические явления. Эволюция видов заняла в научной мысли такое место, что всякое новое явление или всякое новое представление в биологии для того, чтобы войти в научную мысль, должно быть приведено в связь с ней или определено в своем отношении к эволюции видов.

Уже по одному этому необходимо выяснить проявление эволюции видов в биогеохимических процессах, ибо дальнейшее развитие геохимической работы останавливается сейчас перед отсутствием данных, которые могут дать только биологи. Биогеохимические явления должны войти в круг интересов биологов.

Но, помимо этого, искание связи эволюции видов с биогеохимическими явлениями представляет и само по себе огромный научный интерес. Несомненно, между ними должна быть связь.

Связь эволюции видов с организованностью[1] биосферы, с ходом биогеохимических процессов несомненна хотя бы уже потому, что основные числа, характеризующие эти процессы, являются видовыми признаками, меняющимися в процессе эволюции. Очевидно, именно изучение этой связи позволит раскрыть взаимоотношение между постоянством жизни как целого в геохимии и ее эволюцией как целого в биологии. Это один из важнейших научных вопросов дня.

[1][В 1928г. было «механизмом».- Прим. Ред.]

IV

Можно подойти к этой проблеме точным путем изучения общего эффекта жизни в истории химических элементов Земли — биогенной миграции химических элементов биосферы и тех правильностей, которые с этой миграцией связаны.

Миграцией химических элементов мы будем называть всякое перемещение химических элементов, чем бы оно ни было вызвано. Миграция в биосфере может быть произведена химическими процессами, например во время вулканических извержений, вызвана движением жидких, твердых, газообразных масс при испарении и осадках, видна в движениях рек, морских течений, ветров, наблюдается при шарьяжах и при тектонических перемещениях земных слоев и т.п.

Биогенная миграция производится силами жизни и, взятая в целом, является одним из самых грандиозных и самых характерных процессов биосферы, основной чертой ее [организованности]. Огромные количества атомов, исчисляемые не квинтиллионами, а еще большими числами, находятся в непрерывной биогенной миграции. Здесь не место останавливаться на том эффекте, который достигается в биосфере биогенной миграцией такого масштаба; я останавливался на нем не раз в последнее время в моих книгах о биосфере и в геохимических очерках[1]. Но некоторые основные черты биогенной миграции, познание которых важно для дальнейшего изложения, необходимо отметить.

Во–первых, существует несколько разных, существенно различных форм биогенной миграции. С другой стороны, биогенная миграция теснейшим образом, генетически, непосредственно связана с веществом живого организма, с его существованием. Точно и верно определил живой организм Г.Кювье как непрерывный во время жизни ток — вихрь — атомов, идущий из внешней среды и во внешнюю среду. Организм жив, пока ток атомов продолжается. Он охватывает

[1]Вернадский В.И. Очерки геохимии. Издание 4. Л., 1934. Вернадский В.И. Биосфера. Л., 1926.

все вещество организма. Дыханием, питанием, внутренним метаболизмом, размножением создается непрерывно каждым организмом отдельно или всеми ими вместе биогенный ток атомов, строящий и поддерживающий живое вещество. В общем, это основная и главная форма биогенной миграции, количественное значение которой точно определяется массой живого вещества, существующего в данный момент на нашей планете. Но это не вся биогенная миграция.

Очевидно, эффект всей биогенной миграции не определяется прямо массой живого вещества. Он зависит не меньше, чем от количества атомов, и от интенсивности их движения, неразрывно связанного с жизнью. Чем больше раз будут оборачиваться атомы в единицу времени, тем биогенная миграция будет значительнее; она может быть резко различна при одном и том же количестве атомов, захваченным живым веществом. Это — вторая форма биогенной миграции, связанная с интенсивностью биогенного тока атомов.

Есть и третья. Эта третья в нашу геологическую эпоху, эпоху психозойскую, начинает приобретать небывалое в истории нашей планеты значение. Это — миграция атомов, производимая организмами, но генетически и непосредственно не связанная с вхождением или прохождением атомов через их тело. Эта биогенная миграция производится техникой их жизни. Ее, например, производит работа роющих животных, следы которой известны с древнейших геологических эпох; таковы же отражения социальной жизни животных — постройки термитов, муравьев или бобров. Но исключительного развития достигла эта форма биогенной миграции химических элементов во время возникновения цивилизованного человечества, за последний десяток тысяч лет. Мы видим, как этим путем создаются новые, небывалые на нашей планете тела, например свободного металла, как меняется лик Земли, исчезает девственная природа.

По–видимому, наконец, к биогенной же миграции должны быть, в–четвертых, причислены те, косвенным образом связанные с живым веществом изменения в положении атомов, которые являются следствием брошенных организмами в биосферу новых соединений. Вероятно, по своему эффекту, это наиболее мощная форма биоген-

ной миграции. Она, однако, сейчас не может быть нами количественно учитываема и стоит в стороне от темы сегодняшнего доклада. Это, например, та миграция, которая вызвана созданием свободного кислорода зелеными организмами или изменением химических комбинаций, созданных гением человека. Правда, эта форма биогенной миграции далеко не всегда может быть отделена от первого и второго типа. Так, та мощная биогенная миграция, которая производится при разрушении тела отмерших организмов, теснейшим образом связана с биохимическими, вызванными жизнью специальных организмов процессами гниения и брожения. Но вся она к биохимическим процессам, конечно, сведена быть не может.

V

Разные формы биогенной миграции, здесь указанные, являются первой характеризующей ее особенностью, которую мы должны иметь в виду в дальнейшем изложении.

Другой своеобразной чертой ее является характер регулирующих ее физических законов.

Биогенная миграция является частью другого, еще более мощного процесса биосферы — общей миграции ее элементов. Эта миграция идет частью под влиянием энергии Солнца, энергии тяготения и воздействия внутренних частей земной коры на биосферу.

Все эти перемещения элементов, чем бы они ни вызывались, укладываются в системы определенных подвижных равновесий; в частности, в истории отдельных химических элементов они выявляются в замкнутых геохимических циклах — в круговоротах атомов. Они все выражаются законами неоднородных равновесий, могут быть в основном сведены к правильностям, формулированным Гиббсом.

Круговороты, в которых принимает участие биогенная миграция, поддерживаются внешней, посторонней им, постоянно поступающей и их возобновляющей энергией. Формы лучистой солнечной энергии и энергии атомной играют в возобновлении этих процессов преобладающую роль.

Изучаемые — вне этого поступления сторонней энергии — равновесия представляют механические системы, системы, неизбежно приходящие к устойчивому состоянию. Их свободная энергия в конце процесса будет нулевой или близкой к нулю, вся работа, которая может быть в этой системе произведена, будет, в конце концов, неизбежно исполнена. В таких равновесиях работа достигает максимума, свободная энергия спускается до минимума.

Биогенная миграция есть одна из главнейших форм работы в этих природных системах равновесий. Очевидно, она в них должна стремиться к минимуму своего проявления. Можно выразить это свойство биогенной миграции как основной биогеохимический принцип, неизбежно и автоматически регулирующий биогеохимические явления. Этот первый биогеохимический принцип, как я его называю, гласит: биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимальному своему проявлению.

VI

Посмотрим теперь, в чем и как проявляются в биосфере, в окружающей нас среде, указанные два свойства биогенной миграции — регулирующий ее первый биогеохимический принцип и существование для нее двух форм ее обнаружения: во-первых, непосредственно связанной с массой живого вещества и, во-вторых, связанной с техникой жизни.

При максимальном проявлении в биосфере биогенной миграции, очевидно, масса живого вещества должна достигнуть возможного предела, если только такой предел существует. 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. Этого мы не видим для биогенной миграции элементов, связанной с техникой жизни. В нашу психозойскую геологическую эпоху мы наблюдаем резкий скачок ее проявления.

Присутствуя при росте этой формы биогенной миграции, мы должны согласно первому биогеохимическому принципу допустить, что эта форма миграции элементов неизбежно дойдет, в конце концов, с ходом времени до своего максимального предела, если такой предел существует, или будет стремиться обнаружиться в максимальном проявлении в данное время, постоянно повышая свой уровень выявления с ходом времени, если такового предела для нее не существует.

VII

Можно легко учесть правильность первого биогеохимического принципа, наблюдая проявление биогенной миграции в биосфере. Стремление к максимальному ее выражению в биосфере может быть наблюдаемо в природе в двух явлениях. Во-первых, в том, что биогенная миграция захватит все возможное пространство — максимальное пространство, ей доступное по массе живого вещества и по технике его жизни. Это явление будет выражаться в вездесущности жизни в биосфере. Эту вездесущность жизни мы должны наблюдать в ней согласно этому принципу, и мы действительно ее наблюдаем.

Но проявление биогенной миграции, обусловливающее ее геохимическую работу, связано не только с количеством захваченных ею в биосфере в каждый момент атомов. Оно должно выразиться и в быстроте вызванного жизнью их движения, в количестве атомов, проходящих через живое вещество в единицу времени или перемещаемых в единицу времени его техникой в окружающей его среде. Это проявление первого биогеохимического принципа сказывается в том давлении жизни, которое мы действительно наблюдаем в биосфере, и в том напряженном растущем темпе, каким идет техническое творчество цивилизованного человечества.

Необходимо при этом, особенно в явлении вездесущности жизни, но также и в ее давлении, принимать во внимание существование в биосфере форм жизни, обладающих средой обитания коренным образом различного физического характера.

В сущности, можно и нужно допустить, что жизнь проявляется в двух физически различных пространствах.

С одной стороны, она проявляется в поле тяготения, в котором мы живем сами и которое для нас наиболее обычно. Но это поле тяготения, где весь уклад явлений устанавливается тяготением, не охватывает всей области жизни.

Мельчайшие организмы достигают размеров, близких к молекулам, хотя и другой декады. Эти организмы — меньше стотысячной доли сантиметра диаметром — вступают в поле молекулярных сил, и их жизнь и связанные с нею явления определяются не только всемирным тяготением, но и теми излучениями, нас всюду окружающими, которые могут погашать для этих организмов условия бытия, создаваемые тяготением. Мы знаем, что и для этих мельчайших организмов наблюдается и вездесущность их жизни, заполнение ими максимального пространства, и давление их жизни — чрезвычайный темп тока атомов, ими вызываемого. Это последнее явление достигает здесь наибольшей наблюдаемой для организмов величины.

VIII

Итак, можно считать, что вездесущность жизни и ее давление являются выражением того принципа в окружающей нас природе, который регулирует биогенную миграцию химических элементов.

Изучая относящиеся сюда природные явления, эмпирические факты, легко убедиться, что вездесущность достигается, и давление жизни обусловливается не только неизменной, ныне наблюдаемой жизнью организмов. Эти явления меняются в ходе геологического времени и достигаются в значительной мере эволюционным процессом. Создание эволюционным путем новых форм жизни, приспосабливающихся к новым условиям ее бытия, увеличивает вездесущность жизни, расширяет ее область. Жизнь этим путем вносится в такие места биосферы, в которых она раньше не существовала.

И вместе с тем мы видим, как создаются в течение геологического времени новые формы жизни, или увеличивающие темп тока

атомов через живое вещество или создающие новые, небывалые их проявления, новые их движения.

Внимание, какое все время, в течение трех научных поколений, направляли натуралисты на явления эволюции видов, позволило произвести анализ окружающей нас живой природы и убедиться в том, что как наблюдаемая вездесущность жизни, так и давление жизни коренным образом изменены и усилены в течение геологического времени. Это совершено эволюционным процессом, оно достигнуто приспособлением организмов в течение геологического времени, в результате увеличившим и вездесущность жизни и ее давление Дватри примера достаточны для того, чтобы пояснить мою мысль.

Так, ясно из анализа пещерной фауны, что она составлена из организмов, раньше живших на свету. Они приспособились эволюционным путем к новым условиям и увеличили область жизни. То же самое верно — для части, по крайней мере — для глубоководного бентоса. Он приспособился к условиям большого давления, холода и мрака, развился из организмов, живших в иных условиях. Это — явление новое, расширяющее область жизни биосферы. Анализ этих явлений как будто указывает на длящееся и в нашу геологическую эпоху расширение области жизни заселением глубин.

На каждом шагу и в других явлениях наблюдаются такие процессы. Флора и фауна горячих ключей, флора и фауна высокогорных областей или пустынь, флора и фауна ледниковых и снежных полей созданы эволюционным путем. Жизнь медленно, приспосабливаясь, завоевала новые области для своего бытия, увеличивала эволюционным процессом биогенную миграцию атомов биосферы.

Эволюционный процесс не только расширял области жизни, он усиливал и менял темп биогенной миграции: создание скелета позвоночных изменило и усилило, концентрируя его, миграцию атомов фтора — вероятно, фосфора; создание скелетных форм водных беспозвоночных коренным образом изменило и усилило миграцию атомов кальция.

Нечего и говорить о том чрезвычайном подъеме давления жизни в биосфере, которое создано появлением в биосфере путем эволю-

ционного процесса Homo sapiens, в той его форме, которую, может быть, правильно назвать, соединяя термины Линнея и Бергсона[1] и придерживаясь тройного названия вида, Homo sapiens faber. Homo sapiens faber — его мысль — есть новый факт, возмущающий вековой, геологически вековой, уклад биосферы.

IX

Так, эмпирический анализ окружающей природы ясно и непреклонно устанавливает, что вездесущность и давление жизни утверждаются в биосфере эволюционным путем. Другими словами, наблюдаемая на нашей планете эволюция живых форм в течение геоло–гического времени увеличивает в течение этого времени проявление биогенной миграции химических элементов в биосфере.

Очевидно, то механическое условие, которое определяет неизбежность такого характера биогенной миграции атомов, действовало непрерывно в течение всего геологического времени, и с ним должна была считаться происходившая в это время эволюция живых форм. Механическое условие, определяющее такое выявление биогенной миграции элементов, вызвано тем, что жизнь является неразрывной частью механизма биосферы, является, в сущности, той силой, которая определяет ее существование.

Очевидно, и наблюдаемая эволюция видов должна быть связана со строением биосферы. Ни жизнь, ни эволюция ее форм не могут быть независимыми от биосферы, не могут быть ей противопоставляемы как независимо от нее существующие природные сущности. Исходя из этого основного положения и доказанного научным наблюдением участия эволюционного процесса в создании вездесущности и давления жизни, проявляющихся в современной биосфере, может быть сформулирован новый биогеохимический принцип, касающийся эволюции живых форм. Этот биогеохимический принцип,

[1]Анри Бергсон (18.10.1859, Париж — 4.01.1941, Париж) — один из крупнейших философов XX века, представитель интуитивизма и философии жизни. Лауреат Нобелевской премии по литературе (1927).

который я буду называть вторым биогеохимическим принципом, может быть сформулирован следующим образом: эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, должна идти в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов в биосфере.

X

Конечно, этот принцип отнюдь не объясняет эволюции видов и стоит в стороне от тех разнообразных попыток ее объяснения — теорий эволюции, — которые сейчас занимают научную мысль. Он принимает эволюционный процесс как эмпирический факт или, вернее, как эмпирическое обобщение и связывает его с другим эмпирическим обобщением — со строением биосферы.

Но он далеко не может быть безразличным для теорий эволюции. Ибо он, мне кажется, логически неизбежно указывает на существование определенного направления, в котором должен идти эволюционный процесс. То же направление, вытекающее из данных наблюдения, вполне совпадает в своем научно точном обозначении с принципами механики, со всем нашим знанием о земных физико-химических процессах, одним из которых является биогенная миграция атомов. С существованием такого определенного направления эволюционного процесса, который при дальнейшем развитии науки, несомненно, можно будет определить количественно, должна считаться каждая теория эволюции.

Мне кажется, невозможно сейчас оставлять в стороне при построении теорий эволюции и по другим соображениям этот вопрос — вопрос о существовании определенного направления в эволюционном процессе, неизменного на всем его протяжении, в течение всего геологического времени. Взятая в целом палеонтологическая летопись имеет характер не хаотического изменения, идущего то в ту, то в другую сторону, а явления, определенно развертывающегося все время в одну и ту же сторону — в направлении усиления сознания, мысли и создания форм, все более усиливающих влияние жизни на окружа-

ющую среду. Существование определенного направления эволюции видов может быть точно установлено наблюдением.

Я в общих чертах, на немногих примерах, остановлюсь на ходе эволюционного процесса палеонтологической летописи, с точки зрения изменения биогенной миграции, этим путем происходившей в течение геологического времени.

XI

Около кембрийского[1] времени, на границе более точно изученного живого мира былого, по–видимому, произошло появление высших беспозвоночных. Это время не может считаться вполне установленным, но только это допущение объясняет, и притом простым образом, то резкое изменение в сохранности организмов палеонтологической летописи, которое произошло около того времени, — позже кембрия или близко от начала кембрийского времени.

Совершенная неизменность за все докембрийское время процессов выветривания, их полная в общих чертах тождественность с аналогичными современными процессами, их полное тождество до наших дней едва ли позволяют нам искать объяснения отсутствия сохранности форм в различии условий внешней среды.

В то же время нет никаких оснований предполагать, что как раз в это геологически критическое время — благодаря определенной длительности ее процессов — метаморфизация земных слоев случайно отразилась именно в этот момент и выразилась в отсутствии остатков организмов. Для этого надо допустить, что все более древние слои метаморфизованы. Но уже сейчас известны многочисленные случаи слоев древнее кембрия, метаморфизация которых меньше метаморфизации и самого кембрия и геологически новых слоев.

По–видимому, правы геологи, допускающие здесь резкое изменение в биогенной миграции атомов кальция — первое дошедшее до нас или нами учтенное явление этого рода.

---

[1]Сейчас правильнее сказать, может быть, альгонкского. Надо думать, радиологический метод определения геологического времени позволит точно установить эту дату.

Мы можем представить себе значение этого события, если вспомним роль в биосфере организмов, чрезвычайно обогащенных кальцием (организмы содержат его больше всех металлов), в отложении известняков. Механизм биогенной миграции кальция получил в указываемую эпоху чрезвычайные изменения: миграция эта сразу усилилась. Судя по тому, что нам известно об интенсивности миграции кальция в связи с созданием скелета высших беспозвоночных, например моллюсков или кораллов, по сравнению с организмами микроскопическими, его раньше отлагавшими, надо допустить чрезвычайное увеличение темпа его миграции при создании этих новых форм жизни. Увеличение произошло быстро.

Возможно, что такое изменение биогенной миграции кальция путем создания новых видов, богатых кальциево-карбонатными скелетными образованиями, связано с захватом жизнью в это время новых областей земной коры. Это изменение должно было ярко отразиться также в истории углекислоты.

На границе палеозоя, а может быть в кембрии же, произошло другое огромное явление в биогенной миграции атомов, связанное с коренным изменением древесной растительности суши. Процесс постепенного усовершенствования этих организмов, полный расцвет которых, по-видимому, подошел к зениту в третичной эпохе, длился несколько геологических эпох. Он связан с завоеванием огромного нового пространства для жизни — тропосферы. Создание леса, полного жизнью, произвело чрезвычайное изменение в миграции атомов кислорода, углерода, водорода, но одновременно должна была усилиться миграция всех атомов, связанных с жизнью, прежде всего, усилиться их круговорот, ибо лес, особенно лиственный лес новых геологических эпох, скопляет жизнь и растительную и животную в исключительной, раньше неизвестной степени. Если сравнить с этой точки зрения лес тайнобрачных палеозоя с нашим или третичным лесом явнобрачных, разница получится огромная в направлении увеличения проявления биогенной миграции с ходом геологического времени.

В мезозойское время совершился новый факт, увеличивший проявление биогенной миграции — появление птиц. Этим путем область

тропосферы вновь усилилась жизнью. Развитие летающих организмов, резко и во многом изменивших биогенную миграцию в сторону ее большего проявления, длилось геологические периоды, пока не достигло своего завершения в классе птиц в мезозое и в третичном времени. Две огромные биогеохимические функции связаны с этими воздушными формами жизни, которые едва ли в такой мере могли быть связаны с летающими беспозвоночными, идущими в большую глубь времени, до начала палеозоя, хотя часть этой функции летающие беспозвоночные, несомненно, производят и производили. Но все же, только появление птиц довело механизм биогенной миграции в это время до небывалого раньше в геологическом времени размаха.

В строении[1] биосферы, в биогенной миграции атомов птицы, а равно другие летающие организмы играют огромную роль в обмене вещества между сушей и водой, главным образом между сушей и океаном. Здесь роль птиц обратная роли рек, но приближающаяся к ним по масштабу передвигаемых масс материи. Переселение птиц еще более увеличивает такое их значение в биогенной миграции атомов.

Появление этих летающих видов позвоночных не только создало новые формы биогенных миграций и резко отразилось на химическом балансе моря и суши, но внесло изменения (усиление биогенной миграции) в историю отдельных элементов, в частности фосфора. В его истории летающие беспозвоночные — насекомые — в такой мере значения иметь не могли. Правда, летающие ящеры появились раньше птиц, но все указывает, что они не достигли того масштаба влияния, которое имеют птицы[2]. По–видимому, появление птиц связано с созданием новых типов лесов, во всяком случае, с ним совпало.

Гораздо большее, по сравнению с другими позвоночными, изменение в биогенной миграции произвело цивилизованное человечество. Здесь, впервые в истории Земли, биогенная миграция, вызван-

[1][В 1928г. было «механизме».— Прим. Ред.]

[2]Может быть, в летающих ящерах надо видеть начало того большого процесса изменения миграции химических элементов, которое сейчас выражено в птицах.

ная техникой жизни, может быть, преобладает по своему значению над биогенной миграцией, производимой массой живого вещества. При этом изменились биогенные миграции для всех элементов. Этот процесс совершился чрезвычайно быстро, в геологически ничтожное время. Лик Земли изменился до неузнаваемости, и совершенно ясно, что процесс изменения только что начался. Он целиком входит в условия второго биогеохимического принципа: изменение приводит к чрезвычайному усилению проявления биогенной миграции атомов биосферы.

Два явления здесь должны быть отмечены: во–первых, то, что человек — едва ли кто сейчас может в этом сомневаться — создан эволюционным процессом, и, во–вторых, наблюдая производимое им изменение в биогенной миграции, мы видим, что это изменение нового типа идет, все увеличиваясь, с чрезвычайной резкостью.

Вполне допустимо поэтому, что и в другие периоды палеонтологической летописи изменения в биогенной миграции происходили созданием новых животных и растительных видов не менее резко.

Я здесь остановился на отдельных, более крупных явлениях эволюции видов в отражении ее в биогенной миграции химических элементов. Во всех этих случаях ясно ее согласие со вторым биогеохимическим принципом. Мне кажется, анализ палеонтологической летописи указывает на это согласие во всех случаях.

Каким путем это согласие происходит — путем ли действия слепых столкновений случайностей или же путем более глубокого процесса, вызванного свойствами жизни, непрерывной и генетически связанной в своем проявлении в течение всей геологической истории планеты, — решит будущее. Регулирующее влияние второго биогеохимического принципа скажется в обоих случаях.

Если бы создание видов происходило вслепую, случайно, вне зависимости от окружающей среды, т.е. от организованности биосферы, то все же не всякий вид, случайно создавшийся, мог бы выжить и войти в сложный биоценоз планеты; выжил бы тот, который был бы в нем устойчив, т.е. который увеличивал бы биогенную миграцию атомов биосферы.

Едва ли, однако, возможно в настоящее время так элементарно просто противопоставлять организм среде, т.е. биосфере, как это делалось раньше. Мы знаем, что организм в среде — не случайный гость: он часть ее сложной закономерной [организованности]. И частью той же [организованности] является его эволюция.

Натуралист должен из своего мировоззрения в научной работе выбросить из употребления представления, которые вошли в науку только из во многом чуждых ему областей духовной жизни — из философии или религии. Таким чуждым представлением является допущение в вопросах эволюции отделения организма от среды, т.е. биосферы, и их противопоставления. С этой точки зрения вероятнее, что согласие эволюции с регулирующим ее принципом связано более глубоко с организмами и не есть лишь внешнее явление совпадения случайностей.

XII

Не касаясь причин эволюции и отмечая только неизбежность для нее определенного направления, изучение биогеохимических явлений ставит, однако, этим в определенные рамки область допустимых в науке теорий эволюции.

Мне кажется, это изучение подводит нас еще к другой области явлений, новой для научной работы, которая до сих пор была непререкаемым уделом только философского и религиозного творчества. Новая форма биогенной миграции — новая, по крайней мере, в таком ее масштабе — вызвана, как мы видим, деятельностью человеческого разума, человеческого сознания. А между тем она ничем не отличается от других проявлений биогенной миграции, связанных с другими функциями жизни. Сознание и мысль не могли быть, несмотря на усилия поколений мыслителей и ученых, сведены ни на энергию, ни на материю, в каком бы то ни было из разнообразных пониманий этих основ научного мышления о природе.

Как же может сознание действовать на ход процессов, как будто целиком сводимых на материю и энергию? Вопрос этот был недав-

но поставлен, как раз в связи с этого рода явлениями, американским математиком А.Лотка[1]. Едва ли он дал на него удовлетворительный ответ. Но на его значение и на возможность научного к нему подхода он указал правильно.

По–видимому, мы не можем подойти к решению этой проблемы без коренного изменения наших основных физических представлений, которые только что пережили и переживают небывалые по быстроте в истории мысли изменения. Перед нами стоит новое, не меньшее дальнейшее изменение. Оно неизбежно связано с проникновением основных явлений жизни в построение физических теорий. В этом направлении сейчас работает мысль. Нельзя оставить без внимания эти новые, глубокие искания. Среди них заслуживают обсуждения любопытные, правда более философские, чем научные, построения английского математика и мыслителя Уайтхеда[2]. Очень возможно, что прав в своих провидениях другой английский мыслитель Дж.Хальдан[3], предвидящий в ближайшем будущем коренное изменение физики и ее представлений под влиянием научного охвата ее явлениями жизни. Изучение биогеохимических явлений в своем возможно глубоком подходе как раз вводит нас в эту область неразрывного проявления явлений жизни и явлений физического строения мира, в область новых построений научной мысли будущего. В этом — глубокий и научный и философский, жгучий современный интерес проблем биогеохимических.

---

[1]Альфред Джеймс Лотка (2.03.1880 — 5.12.1949) — американский математик, физикохимик, статистик.

[2]Альфред Норт Уайтхед (15.02.1861, Рамсгит, Кент, Великобритания — 30.12.1947, Кембридж, Массачусетс, США) — британский математик, логик, философ.

[3]Джон Бердон Сандерсон Хальдан (5.11.1892, Оксфорд, Оксфордшир, Великобритания — 1.12.1964, Бхубанешвар, штат Орисса, Индия) — английский биолог (генетик, эволюционист, физиолог, биохимик, биометрист), популяризатор и философ науки. Один из основоположников современной популяционной, математической, молекулярной и биохимической генетики, а также синтетической теории эволюции.

НАЧАЛО ЖИЗНИ И ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ

I

Очень обычно представление, что установление создания видов — растительных и животных — эволюционным путем логически требует признания, когда–то бывшего на нашей планете начала жизни, ее зарождения.

Такой простой логический вывод, по–видимому, ошибочен.

Чисто логическим путем открывать новое из установленных научных фактов и обобщений можно только в очень узких, строго определенных пределах.

Логически — исходя из эволюции видов, которая в общей своей форме является не теорией, а эмпирическим обобщением, — мы не придем к точному и определенному ответу, а придем, как это очень часто наблюдается в точной науке, построенной на эмпирических обобщениях, к противоречиям. Ибо всякое эмпирическое обобщение (и научно установленный факт) заключает в себе много больше того, что выражено его словесной (логической) формулировкой. Делая путем разума логические из него заключения, мы, по существу, совершаем экстраполяцию, часто заводящую человеческую мысль в сторону от [научной] истины.

Мы должны это всегда иметь в виду при нашем логическом анализе, должны ограничивать область экстраполяции — останавливаться, не доводя до конца наше логическое суждение.

Такие поправки необходимо ввести и в наши заключения о начале жизни, как исходя из нашего понимания жизни, так исходя и из эволюции видов.

Эти поправки связаны с постановкой явлений жизни и эволюции видов в те рамки нашего знания, какие обычно в изложении эволюции видов не принимаются во внимание.

II

В самом деле, не может быть сомнения, что жизнь находится в самой тесной, совершенно неразрывной связи с организованностью нашей планеты, в частности биосферой.

Только экстраполяционным логическим процессом, только в нашем умозрении мы может отделить ее от планеты; в частности, в биосфере жизнь исполняет совершенно определенные геологические функции, которые не будут существовать, если жизнь на планете исчезнет.

Только так же должно признать научно несомненным, что жизнь являлась в основном неизменной, такой же, как теперь, являлась частью организованности биосферы за все нам известное течение геологического времени, т.е. в продолжение $3 \cdot 10^9$ — $2 \cdot 10^9$ лет. В дальнейшем археозое она составляла такую же часть в общем, единого строения биосферы, какую и теперь составляет.

И наконец, нельзя сомневаться, что жизнь может существовать на нашей планете и на ней существует только благодаря непрерывному и, по–видимому, неизменному в течение геологического времени, притоку космической энергии, главным образом лучистой энергии Солнца. Если жизнь поддерживается и другими источниками энергии (например, атомной, благодаря радиоактивным распадам химических элементов), то все же представляется научно установленным, что главным источником жизни является энергия Солнца.

Можно идти дальше. Не только жизнь — в ее современном масштабе и, по существу, в современной структуре — существовала с археозоя, т.е. с начала нам известной геологической летописи, но она имела основой одно и то же — с колебаниями в ту и в другую сторону — количество земного вещества (порядка $n \cdot 10^{19}$ — $n \cdot 10^{20}$ г) одного и того же химического элементарного состава.

Эти положения, как будто отвечающие всем нам известным научным фактам и научно им равноценным эмпирическим обобщениям, должны быть приняты во внимание при размышлении о начале жизни на Земле.

Очевидно, они ставят вопрос о начале жизни на Земле в рамки и в теснейшую зависимость с вопросом о начале той структуры нашей

планеты, той ее геологической организованности, которая неизменно проявляется в течение всей известной нам геологической истории Земли.

При этом эти факты и эти эмпирические обобщения связывают жизнь не с преходящими чертами строения планеты, а с ее основными элементами — с ее атомами, с их количеством, с их строением и с энергией, создающей геологические процессы.

Эти геологические процессы могущественно меняются жизнью, от нее в известной своей части зависят, так же как они меняются под влиянием изменения земных атомов и проявляющейся на нашей планете свободной энергии.

Проблема начала жизни на Земле должна это учитывать.

Она не может ставиться вне вопроса о характере и начале всего земного вещества и проявляющейся на Земле свободной энергии.

Возможно, что жизнь в наших научных построениях нужно будет поставить наряду с атомами и с энергией, если не удастся всецело свести ее к известным нам свойствам атомов и к происходящим в окружающем мире нам известным проявлениям энергии; это сейчас сделать мы не можем.

Если это будет так и дальше, то проблема начала жизни «а Земле выйдет из пределов начала земной материи и земной энергии. Ибо, если не удастся всецело свести жизнь на материю (атомы) и энергию, то жизнь станет рядом с материей и энергией в строении всего научно охватываемого космоса.

В таком случае может быть поставлена проблема о начале жизни на Земле совершенно в другом аспекте, чем она сейчас ставится: она будет поставлена в аспекте космогоническом (как она ставится для земного вещества), а не в аспекте ее зарождения в земном веществе.

Общая проблема о начале жизни в космосе теряет научное значение, подобно тому, как нет научной проблемы о начале материи, электричества, энергии. Наука загадку о начале бытия не решает, хотя бы потому, что начала этого и не было.

Наука лишь описывает существующие явления, дает научную картину мира — принимает мир как существующее, т.е. принимает

существующим материю и энергию и все, что может быть поставлено рядом с ними, как в какой-нибудь степени от них независимое переменное.

III

Анализ понятия эволюции видов — в случае, если мы все время не упускаем из виду ее реальной обстановки и не отбрасываем мысленно эту обстановку, как это часто делают, — приводит, по существу, к тому же самому положению — к необходимости поставить вопрос о начале жизни на нашей планете наряду с вопросами о начале ее материи и ее энергии.

Эволюция видов во всех своих логических заключениях и выводах и во всех научных теориях и научных гипотезах, которые созданы или могут быть созданы на ее основе для ее объяснения, не связана с началом жизни и не может дать нам никакого представления о нем. Тот точный научный материал опыта и наблюдения, на котором построено научное эмпирическое обобщение, каковым является эволюция видов, лежит вне пределов проблемы о начале жизни. Он из существования жизни исходит.

Это часто забывают, считая, что, раз наблюдается закономерно протекающий процесс изменения организмов, перехода одних их построений с ходом времени в другие, этот процесс должен был иметь исходный пункт, к которому можно прийти, уходя вглубь времени.

Но лежащий в основе обобщения — эволюции видов — материал отнюдь не требует, чтобы, прослеживая генетическое изменение в течение геологического времени всех растительных и животных форм, мы пришли к их единому однообразной формы предку, т.е. к началу жизни.

Начало жизни — в том представлении, какое кажется понятным нашему уму — неизбежно предполагает, чтобы все палеонтологические линии сходились в глуби времени в одной точке, являлись пучком расходящихся ветвей, а не током параллельных линий, определяющих в едином целом — в монолите, составленном из живых

организмов, — независимые друг от друга в своем происхождении части.

Может ли быть это начало найдено и научно охвачено, исходя из эволюции видов, если он существует?

Мне кажется, что этим путем к нему подойти нельзя. Ибо эволюция видов определяет генетическое изменение видов, их закономерную генетическую смену в пределах монолита жизни. Эволюционный процесс идет в определенной жизненной среде, состав и масса которой неизменны в геологическом времени так же, как неизменна та энергия, которая эту жизненную среду поддерживает. Выйти за пределы этой жизненной среды нельзя путем изучения эволюции видов. А проблема о начале жизни связана с проблемой создания самой жизненной среды, в пределах которой идет эволюционный процесс, т.е. эта проблема логически выходит за пределы среды.

Жизненная среда — монолит жизни, живая природа — явным образом не представляет случайное, незакономерное явление. Она явным образом имеет определенную структуру, представляет форму организованности, неизменно существующую в геологическом времени и неизменно связанную с организованностью биосферы.

Все живые организмы тесно связаны между собой в своем существовании и этим путем представляют единое целое, непрерывно существующее как единое целое в течение всего геологического времени, двух-трех миллиардов лет, по крайней мере.

Отражение этого единого целого в охваченной им биосфере было в течение этого времени одним и тем же; все время должно было выделяться приблизительно то же количество биогенных тел — свободного кислорода, углекислоты, гидратов окиси железа, известняков и доломитов, нефтей, каменных углей и т.п. Так как все эти функции тесно связаны с организмами определенного строения, то в общем монолите жизни, как бы морфологически не менялись его составные части, эти химические функции не могли быть затронуты морфологическим изменением эволюционного процесса. Морфологическое изменение должно было быть ограничено необходимостью сохранения геохимических функций. И в то же время ясно, что эти функции чрезвычайной сложности не могут исполняться каким-нибудь мор-

фологически единым организмом — предком, могущим отражаться в окружающей космической среде столь сложным путем, каким отражается в ней современная жизнь, вся совокупность — монолит жизни.

Мы, знаем, что аналогично современному отражалась жизнь в течение всего геологического времени. Для кембрия (меньше миллиарда лет назад) мы имеет уже ясное представление о сложности монолита жизни. Мы можем утверждать, что в это время должна была существовать наземная растительная жизнь, остатки которой не существуют, так как без нее не мог жить тот сложный мир гетеротрофных существ, который открывается в древнейших фаунах, пока изученных. Никаких сомнений в этом не может быть и для альгонкской эры. Дальше нет точных палеонтологических знаний, но изучение отражения жизни в земной среде — в тех глубоко измененных осадочных и органогенных породах, которые доступны непосредственному исследованию, — показывает, что строение монолита жизни было в основных биогеохимических чертах неизменным.

Эволюционный процесс, идущий внутри жизненного монолита, не может нас вывести за его пределы, а в его пределах он не может нас привести к какому–нибудь единому всеобъемлющему организму, могущему исполнять ту сложную космическую — планетную — функцию, какую исполняет монолит жизни современной биосферы. Монофилитическое представление о ходе эволюции не может быть верным, а полифилитическое не может привести к началу жизни.

Эволюционный процесс не захватывает достаточно глубоко жизненные явления, и эмпирический материал, нами научно изучаемый, требует и допускает более глубокий анализ жизни.

IV

На очередь становится задача о строении жизненной среды в биосфере, об ее изменении во времени. Жизненная среда, монолит жизни, ставит пределы эволюционному процессу, внутри ее идущему, ибо эволюционный процесс не может объяснить основного явления — ни химического, ни энергетического строения живого вещества, ни его неизменности в геологическом времени.

Судя по тому, что мы научно наблюдаем, сейчас, в нашу геологическую психозойскую эру, энергетическое проявление монолита жизни принимает новую форму, и эффект жизни быстро увеличивается при сохранении неизменного ее химического состава и, повидимому, неизменной ее массы. Отражение жизни в биосфере увеличивается и принимает — со все усиливающимся темпом — новые формы. Эту новую функцию в организованности планеты, исполняет культурное человечество, человеческая мысль и воля, эволюционным процессом созданные внутри монолита жизни.

Таким образом, эволюционный процесс не приводит нас к проблеме начала жизни. Ибо он идет только в пределах жизненной среды и не может ставить проблемы об изменении и генезисе самой жизненной среды, небольшую часть явлений которой он захватывает. Проблема начала жизни есть проблема начала жизненной среды на нашей планете.

В то же время — в пределах геологического времени — жизненная среда существует в основных своих чертах неизменной; все это время она связана очень сложно, одинаковым и теснейшим образом, неразрывно с организованностью биосферы.

Морфологически биосфера все геологическое время менялась — закономерно, эволюционным порядком, — но физико–химически, в своих геохимических проявлениях, она оставалась стойкой и неподвижной.

V

Вопрос может идти не о начале живого организма в биосфере, а о начале жизненной среды биосферы, морфологическое изменение которой мы сейчас изучаем в палеонтологии. Морфологически живая среда всегда неизбежно неоднородна.

И из такой постановки проблемы можно сейчас утверждать:

1) Жизненная среда не может быть сведена к морфологически единому организму, когда–то населявшему планету, живая среда не

может быть морфологически однородна, и единая основа живых организмов, протоплазма, не охватывает всех геохимических функций жизни на нашей планете.

2) Уже в связи с этим живая среда не могла произойти из единого одноклеточного организма, принесенного из космической среды, или из таких же разнородных неделимых, как это выдвинул Рихтер[1] и принимали в свое время такие ученые, как лорд Кельвин[2] или Гельмгольц[3]. Нельзя, однако, отрицать, что проникновение в жизненную среду биосферы космических жизненных элементов, как это перед своей смертью допускал С.Аррениус для термофильных бактерий (из планеты Венеры), весьма вероятно, ибо вещество биосферы, несомненно, постоянно принимает в себя космические тела. Но начала земной жизни оно не объясняет.

3) Неизбежно допустить, что, может быть и менее сложная в основных чертах, чем теперешняя, но все же очень сложная жизненная среда сразу создалась на нашей планете как нечто целое в до геологический 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.

Этот последний вывод, мне кажется, чрезвычайно затрудняет возможность допущения когда–то происшедшего на нашей планете абиогенеза или, вернее, археогенеза организмов в масштабе, необходимом для создания на ней жизни.

Абиогенез отдельного вида, если бы даже он мог быть совершен, не объяснит создания жизненной среды, как не может ее создать пришедшая из других планет колония одноклеточных организмов всегда одной геохимической функции.

Необходимо допустить одновременное создание ряда организмов разной геохимической функции, тесно связанных между собою,

---

[1]Герман Эбергард, Рихтер (1808—1876) — немецкий медик.

[2]Уильям Томсон, лорд Кельвин (26.06.1824, Белфаст, Ирландия — 17.12.1907, Ларгс, Эршир, Шотландия) — британский физик.

[3]Герман Людвиг Фердинанд фон Гельмгольц (31.08.1821, Потсдам — 8.09.1894, Шарлоттенбург) — немецкий физик, врач, физиолог и психолог.

т.е. допустить абиогенез монолита жизни, — задача экспериментально немыслимая.

Абиогенез монолита жизни неизбежно заставляет допустить в жизненной среде существование и проявление таких физико-химических или, может быть, иных явлений, которые сейчас нам не известны и не наблюдаются в окружающей нас косной среде, требуют иного понимания жизни.

Это было бы совершенно особое явление, аналогичного которому мы из данных нашего современного знания построить не можем и (пока?) даже не можем представить.

При таком положении наших знаний правильнее будет с научной точки зрения поставить явления жизни наряду с энергией, материей (атомами), электричеством, эфиром и т.п., как искони существующие части космоса, более или менее не сводимые всецело к какому–нибудь одному из этих представлений. Если научный анализ покажет в будущем неправильность этой рабочей научной гипотезы — всегда может быть внесена необходимая поправка.

В таком случае жизнь следует признать столь же безначальной с научной точки зрения, каким является, например, электричество.

Монолит жизни может в таком случае создаться на нашей планете, его возникновение мыслимо при особых условиях ее бытия, при наличии в окружающем космосе жизни. Вероятно, это не будет абиогенез — во всяком случае, не абиогенез в нашем современном понимании.

Можно, может быть, подходить к этому вопросу и иным путем, не предрешая конечной безначальной жизни, как это делают в некоторых космогонических построениях, например в неудачной, как мне кажется, космогонической гипотезе американского астронома Си (See)[1], все же открывающей путь для дальнейших исканий иного порядка, чем это делают сторонники абиогенеза[2].

---

[1]Томас Джефферсон Джексон Си (19.02.1866, Монтгомери–сити, Миссури — 4.07.1962, Окленд, Калифорния) — американский астроном. Научное наследие связано в основном с астрометрией, а также космологией.

[2]Си предполагал захват Солнцем нашей Земли (с живым веществом из другой части космоса).

БИОСФЕРА

Живое вещество есть совокупность всех организмов Земли, находящихся на ней в данный период времени. В целом эта совокупность играет большую роль, хотя если говорить о воздействии человека на планетные процессы, то роль отдельной личности может быть ничтожной. Живое вещество на Земле можно рассматривать как совокупность средних живых организмов, относящихся ко всем таксономически различным группам. Мы говорим, что каждая из таких групп состоит из однородного живого вещества.

Живое вещество существует только в биосфере. Биосфера включает в себя земную тропосферу, океаны и тонкую пленку в континентальных областях, уходящую на глубину не менее, чем на три километра. Человек стремится увеличить размеры биосферы.

Биосферу определяют как область жизни, однако более точно ее следует определить как оболочку, в которой могут происходить изменения, вызванные приходящим солнечным излучением.

Вещество, составляющее биосферу, существенно неоднородно, и мы различаем косное и живое вещество. Косное вещество резко преобладает по массе и по объему. Происходит непрерывная миграция атомов из косного вещества биосферы в живое и обратно. Все исследуемые объекты в биосфере следует называть естественными телами биосферы. Среди них различают тела живые, косные или биокосные, как, например, почва или озерная вода. Результаты исследования природных явлений образуют «систему природы» и приводят к накоплению чисел, составляющих систематизированное значение, т.е. corpus scientiarum — научный аппарат, растущий как снежный ком; этот «научный аппарат» охватывает все систематизированное знание, которое может быть противопоставлено философии, религии и искусству, где истина вскрывается интуитивным творчеством; систематизированная история этих проявлений человеческого духа принадлежит научному аппарату.

В прошлом не уделяли достаточного внимания двум научным концепциям: а) Пастера, который был совершенно прав, когда придавал исключительно важную роль преобладанию оптически активных соединений как характерному общему свойству живых тел и продуктов их жизнедеятельности: идея Пастера имеет непреходящее значение; б) вклад живых организмов в энергетику биосферы серьезно недооценивался. Биогеохимическая энергия может быть выражена скоростью заселения биосферы данным видом организмов. Для некоторых бактерий скорость заселения, ограниченная скоростью деления цепочки клеток, приближается к скорости звука и соответствует тенденции к мгновенному потенциальному заселению всей поверхности Земли этим живым организмом.

Будем иметь в виду эти вводные принципы и выразим в табличной форме различия между живым и косным веществом; перечень признаков приведен в сокращенном виде. Различия определяются не только разницей энергетических и химических свойств живых и косных тел. Кроме того, имеются фундаментальные различия в пространственно-временных состояниях живых и косных тел. Мы полагаем, что геометрия, присущая живым организмам, может отличаться от геометрии косных тел.

I

Живые естественные тела проявляются только в биосфере и только в форме дисперсных тел. Никогда не наблюдалось возникновение живых тел из косных. Возможно, но до сих пор не доказано проникновение живых естественных тел из космического пространства.

Дисперсные косные формы сконцентрированы в биосфере, но их также находят много глубже, в пределах земной коры. Они создаются в биосфере, но кроме того, привносятся в нее из более нижних земных оболочек в вулканических процессах, а также из космических просторов — в форме метеоритов и космической пыли.

II

Живые естественные тела как морфологически, обладая клеточным строением и протоплазменной природой, так и присущей им способностью к размножению представляют собой единое целое. Такое единство всех живых естественных тел должно быть связано с их генетическим единством в ходе геологического времени.

Косные естественные тела чрезвычайно разнообразны и никакой единой морфологической или генетической связью между собой не обладают.

III

Химическое различие правых и левых форм одного и того же химического соединения характеризует состояние физического пространства, занятого живым организмом. Преобладают или правые, или левые изомеры.

Левые и правые формы одних и тех же химических соединений в косных телах имеют один и те же химические свойства. Количество правых и левых кристаллических многогранников, образующихся в косной среде, — одинаково.

IV

Новое живое естественное тело рождается только из другого живого тела, ему подобного. Временами возникают новые поколения, отличные от предыдущих. Возникновение у живых организмов центральной нервной системы привело к возрастанию геологической роли живого вещества с конца плиоцена.

Новые косные естественные тела создаются в биосфере безотносительно от ранее бывших естественных тел. Мы видим те же косные естественные тела и те же явления их образования на протяжении двух миллиардов лет. Новые виды косных тел появляются только под влиянием живого вещества, особенно вследствие жизнедеятельности человека.

V

Живых жидких и газообразных тел нет, хотя жидкости и газы присутствуют в мезоморфных или твердых живых телах. Произвольное движение, в значительной степени саморегулируемое, является общим признаком живого естественного тела. Пассивная форма движения создается размножением, однако его следствия, выражаемые в заселении биосферы, могут быть сравнимы с расширением массы газа.

Жидкие и газообразные косные тела принимают форму вместилищ, в которых они находятся. Твердые и мезоморфные косные тела не растут и не увеличиваются в своей массе.

VI

Существует непрерывная миграция атомов из биосферы в организмы, и обратно. Благодаря этому в организмах создается огромное и непрерывно меняющееся количество молекул, которые не могут быть рождены какими-то иными процессами в биосфере.

Косные естественные тела меняются исключительно от внешних причин, исключение составляют радиоактивные вещества.

VII

Число живых естественных тел количественно связано с размерами биосферы.

Число косных естественных тел определяется общими свойствами материи и энергии и не зависит от размеров планеты.

VIII

Масса живого вещества остается в основном постоянной и определяется лучистой солнечной энергией и биогеохимической энергией заселения планеты, однако, очевидно, эта масса близка к пределу, а процесс заселения еще не закончен.

Площадь проявления косных естественных тел в биосфере ограничена ее размерами и увеличивается только с ее ростом, вызванным движением живого вещества.

IX

Минимальный размер живого естественного тела определяется дыханием, он порядка 10^{-6} см. Максимальный размер никогда не превышает $n \cdot 10^4$. Диапазон небольшой: 10^{10}.

Минимальный размер косного естественного тела биосферы определяется дисперсностью материи и энергии, т.е. размером элементарных частиц в физике. Максимальный размер определяется размерами биосферы. Диапазон: 10^4 или больше.

X

Химический состав живых естественных тел является функцией их собственных свойств.

Химический состав косных естественных тел является функцией свойств окружающей среды, в которой они создаются.

XI

Количество химических соединений в живых естественных телах связано с числом индивидуальных организмов и, вероятно, достигает многих миллионов.

Количество различных химических соединений в косных естественных телах ограничено немногими тысячами.

XII

Природные процессы живого вещества увеличивают свободную энергию биосферы.

Все природные процессы в области косных естественных тел, за исключением радиоактивного распада, уменьшают свободную энергию биосферы.

XIII

Живые естественные тела всегда являются мезоморфными, и вне латентных состояний живого вещества водород и кислород в форме воды резко преобладают, образуя крайне сложные смеси с другими соединениями. Химический состав любого живого естественного тела строго определен, хотя и не проявляет стехиометрических отношений, и более постоянен, чем химический состав изоморфных смесей природных минералов.

Химический состав косных естественных тел может отвечать почти теоретически чистому химическому соединению с точными стехиометрическими отношениями между элементами. В минералах преобладают твердые растворы.

XIV

Процессы, протекающие в живом веществе, могут приводить к существенному изменению их изотопических смесей.

Изотопические смеси в косных естественных телах в биосфере заметно не меняются, хотя за пределами биосферы, в глубине земной коры, такие изменения, по-видимому, происходят.

XV

Огромное большинство живых естественных тел меняться в своей форме эволюционным процессом. Однако скорость подобных изменений крайне различна.

Большинство инертных естественных тел в биосфере устойчиво, чем объясняется немногочисленность их видов.

XVI

Процессы, создающие живые естественные тела, необратимы во времени.

Все физико–химические процессы в косных естественных телах обратимы во времени.

В общежитии обычно говорят о человеке как о свободно живущем и передвигающемся на нашей планете индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, вообще ученые гуманитарных наук, а в известной мере и биологи, сознательно не считаются с естественными законами биосферы — той земной оболочки, где может существовать жизнь. Стихийно человек не может быть от нее отделим; и эта неразрывность только теперь начинает перед нами точно выясняться. Он геологически связан с материально-энергетической структурой биосферы. В действительности ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего, питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. Вне ее в природных условиях они существовать не могут.

В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание; она выявляется как планетное явление космического характера. В биогеохимии нам приходится считаться с тем, что живые организмы существуют не только на одной нашей планете, не только в земной биосфере. Это установлено сейчас, мне кажется, без сомнений пока для всех так называемых «земных планет», т.е. для Венеры, Земли и Марса.

В архивах науки, том числе и русской, мысль о жизни как о космическом явлении существовала уже давно. В конце семнадцатого века голландский ученый Христиан Гюйгенс[1] (1629—1695) в своей последней работе «Космотеорос», вышедшей в свет уже после его смерти, научно выдвинул эту проблему. Книга эта была дважды, по

[1]Христиан Гюйгенс ван Зёйлихем (14.04.1629, Гаага — 8.07.1695, Гаага) — нидерландский механик, физик, математик, астроном и изобретатель.

инициативе Петра Великого[1], издана на русском языке под заглавием «Книга мировоззрения» в первой четверти восемнадцатого века. Гюйгенс в ней установил научное обобщение, что «жизнь есть космическое явление, в чем–то резко отличное от косной материи». Это обобщение я назвал недавно «принципом Гюйгенса».

Живое вещество по весу составляет ничтожную часть нашей планеты. По–видимому, это соотношение наблюдается в течение всего геологического времени, т.е. геологически вечно. Живое вещество сосредоточено в тонкой, более или менее сплошной, пленке на поверхности суши в тропосфере, в лесах и полях, и проникает весь океан. Количество его исчисляется примерно 0,25% биосферы по весу. На суше оно идет в сплошных скоплениях на глубину в среднем, вероятно, меньше 3 км.

[1]Пётр I Великий (30.05.1672 — 28.01.1725) — последний царь всея Руси из династии Романовых (с 1682 года) и первый Император Всероссийский (с 1721 года). В народе часто также называли Петром Кровавым.

НООСФЕРА

Мы приближаемся к решающему моменту во второй мировой войне. Она возобновилась в Европе после 21–годового перерыва, в 1939 г., и длится в Западной Европе пять лет, а у нас, в Восточной Европе, три года. На Дальнем Востоке она возобновилась раньше — в 1931 г. — и длится уже 12–й год. В истории человечества и в биосфере вообще война такой мощности, длительности и силы — небывалое явление. К тому же ей предшествовала тесно с ней связанная причинно, но значительно менее мощная первая мировая война.

В нашей стране эта первая мировая война привела к новой — исторически небывалой — форме государственности не только в области экономической, но и в области национальных стремлений. С точки зрения натуралиста (а думаю, и историка) можно и должно рассматривать исторические явления такой мощности как единый большой земной геологический, а не только исторический процесс.

Первая мировая война лично в моей научной работе отразилась самым решающим образом. Она изменила в корне мое геологическое миропонимание. В атмосфере этой войны я подошел в геологии к новому для меня и для других и тогда забытому пониманию природы — к геохимическому и биогеохимическому, охватывающему и косную и живую природу с одной и той же точки зрения. Я провел годы первой мировой войны в непрерывной научно-творческой работе; неуклонно продолжаю ее в том же направлении и до сих пор.

28 лет назад, в 1915 г., в Академии наук была образована академическая «Комиссия по изучению производительных сил» нашей страны, так называемый КЕПС, председателем которого я был, сыгравшая заметную роль в критическое время первой мировой войны. Ибо для Академии наук совершенно неожиданно в разгаре войны выяснилось, что в царской России не было точных данных о так называемом теперь стратегическом сырье, и нам пришлось быстро

сводить воедино рассеянные данные и быстро покрывать недочеты нашего знания.

К сожалению, ко времени начала второй мировой войны сохранилась наиболее бюрократизированная часть нашей комиссии, так называемый Совет по изучению производительных сил и стало необходимо спешно восстанавливать остальные ее подразделения.

Подходя геохимически и биогеохимически к изучению геологических явлений, мы охватываем всю окружающую нас природу в одном и том же атомном аспекте. Это как раз — бессознательно для меня — совпало с тем, что, как оказалось теперь, характеризует науку XX в. и отличает ее от прошлых веков. XX век есть век научного атомизма.

В эти годы, 1917—1918, так получилось, что совершенно случайно я оказался на Украине и вплоть до 1921 г. был не в состоянии возвратиться в Петроград. Все эти годы, где бы я ни был, я был охвачен мыслью о геохимических и биогеохимических проявлениях в окружающей меня природе, в биосфере. Наблюдая ее, я в то же время направил интенсивно и систематически в эту сторону и свое чтение, и свое размышление. Получаемые мною результаты я излагал постепенно, как они складывались, в виде лекций и докладов в тех городах, где мне пришлось в то время жить: в Ялте, в Полтаве, в Киеве, в Симферополе, в Новороссийске, в Ростове и других. Кроме того, всюду — почти во всех городах, — где мне пришлось жить, — я читал все, что можно было в этом аспекте, в широком его понимании, достать. Стоя на эмпирической почве, я оставил в стороне, сколько был в состоянии, всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные научные и эмпирические факты и обобщения, изредка допуская рабочие научные гипотезы. В связи со всем этим в явления жизни я ввел вместо понятия «жизнь» понятие «живого вещества», сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке. «Живое вещество» есть совокупность живых организмов. Это не что иное, как научное, эмпирическое обобщение всем известных и легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов. Понятие «жизнь» всегда выходит за пределы понятия

«живое вещество» в области философии, фольклора, религии, художественного творчества. Это все отпало в «живом веществе».

В ходе геологического времени живое вещество изменяется морфологически согласно законам природы. История живого вещества в ходе времени выражается в медленном изменении форм жизни, форм живых организмов, генетически между собой непрерывно связанных, от одного поколения к другому, без перерыва. Веками эта мысль поднималась в научных исканиях; в 1859 г она, наконец, получила прочное обоснование в великих достижениях Чарльза Дарвина (1809—1882) и Уоллеса (1822—1913). Она вылилась в учение об эволюции видов — растений и животных, в том числе и человека. Эволюционный процесс присущ только живому веществу. В косном веществе нашей планеты нет его проявлений. Те же самые минералы и горные породы образовывались в криптозойское эре, какие образуются и теперь. Исключением являются биокосные природные тела, всегда связанные, так или иначе, с живым веществом.

Изменение морфологического строения живого вещества, наблюдаемое в процессе эволюции, в ходе геологического времени, неизбежно приводит к изменению его химического состава.

Если количество живого вещества теряется перед косной и биокосной массами биосферы, то биогенные породы составляют огромную часть ее массы, идут далеко за пределы биосферы. Учитывая явления метаморфизма, они превращаются, теряя всякие следы жизни, в гранитную оболочку, выходят из биосферы. Гранитная оболочка Земли есть область былых биосфер. В замечательной по многим мыслям книге Ламарка «Hydrogeologie» (1802) живое вещество, как я его понимаю, являлось создателем главных горных пород нашей планеты. Ламарк де Монне (1744—1829) до самой смерти не принимал открытий Лавуазье (1743—1794). Но другой крупнейший химик Ж.Б.Дюма, его младший современник (1800—1884), много занимавшийся химией живого вещества, долго держался представлений о количественном значении живого вещества в строении горных пород биосферы.

Младшие современники Ч.Дарвина — Д.Д.Дана[1] (1813—1895) и Д.Ле–Конт[2] (1823—1901), два крупнейших североамериканских геолога (а Дана к тому же минералов и биолог), выявили еще до 1859 г. эмпирическое обобщение, которое показывает, что (эволюция живого вещества идет в определенном направлении. Это явление было названо, Дана «цефализацией», а Ле–Контом «психозойской эрой». Дана, подобно Дарвину, пришел к этой мысли, к этому пониманию живой природы во время своего кругосветного путешествия, которое он начал через два года после возвращения в Лондон Дарвина, т.е. в 1838 г., и которое продолжалось до 1842 г.

Эмпирические представления о направленности эволюционного процесса — без попыток теоретически их обосновать — идут глубже, в XVIII в. Уже Бюффон (1707—1788) говорил о царстве человека, в котором он живет, основываясь на геологическом значении человека. Эволюционная идея была ему чужда. Она была чужда и Агассису (1807—1873), введшему в науку идею о ледниковом периоде. Агассис жил уже в эпоху бурного расцвета геологии. Он считал, что геологически наступило царство человека, но из богословских представлений высказывался против эволюционной теории. Ле–Конт указывает, что Дана, стоявший раньше на точке зрения, близкой Агассису, в последние годы жизни принял идею эволюции в ее тогда обычном, дарвиновском понимании. Разница между представлениями о «психозойской эре» Ле–Конта и «цефализацией» Дана исчезла. К сожалению, в нашей стране особенно, это крупное эмпирическое обобщение до сих пор остается вне кругозора биологов.

Правильность принципа Дана, который оказался вне кругозора наших палеонтологов, может быть легко проверена теми, кто захочет это сделать, по любому современному курсу палеонтологии. Он охватывает не только все животное царство, но ярко проявляется и в отдельных типах животных. Дана указал, что в ходе геологического времени, т.е. на протяжении двух миллиардов лет, по крайней мере, а, наверное, много больше, наблюдается скачкообразное усовершен-

[1]Д.Д.Дан (1813 —1895) — американский натуралист-минералог, геолог и биолог.
[2]Д.Ле–Конт (1823—1901) — французский геолог.

ствование — рост — центральной нервной системы, начиная от ракообразных (на которых эмпирически и установил свой принцип Дана) и от моллюсков (головоногих) и кончая человеком. Это явление и названо им цефализацией. Раз, достигнутый уровень мозга в достигнутой эволюции не идет уже вспять, только вперед. Исходя из геологической роли человека, геолог А.П.Павлов (1854—1929) в последние годы своей жизни говорил об антропогенной эре, нами теперь переживаемой. Он не учитывал возможности тех разрушений духовных и материальных ценностей, которые мы сейчас переживаем вследствие варварского нашествия немцев и их союзников, через десять с небольшим лет после его смерти, но он правильно подчеркнул, что человек на наших глазах становится могучей геологической силой, все растущей. Эта геологическая сила сложилась геологически длительно, для человека совершенно незаметно. С этим совпало изменение (материальное, прежде всего) положения человека на нашей планете. В XX в. впервые в истории Земли человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую карту планеты Земли, расселился по всей ее поверхности. Человечество своей жизнью стало единым целым. Нет ни одного клочка Земли, где бы человек не мог прожить, если бы это было ему нужно. Наше пребывание в 1937—1938 гг. на плавучих льдах Северного полюса это ярко доказало. И одновременно с этим благодаря мощной технике и успехам научного мышления, благодаря радио и телевидению человек может мгновенно говорить в любой точке нашей планеты с кем угодно. Перелеты и перевозки достигли скорости нескольких сотен километров в час и на этом они еще не остановились. Все это результат «цефализации», роста человеческого мозга и направляемого им его труда.

В ярком образе экономист Л.Брентано[1] иллюстрировал планетную значимость этого явления. Он подсчитал, что если бы каждому человеку дать один квадратный метр и поставить всех людей рядом, они не заняли бы даже всей площади маленького Боденского озе-

[1]Луйо Брентано (18.12.1844 — 9.09.1931) — немецкий экономист, реформатор, представитель катедер–социализма и «новой исторической школы» в экономике, университетский профессор в ряде германских городов.

ра на границе Баварии и Швейцарии. Остальная поверхность Земли оставалась бы пустой от человека. Таким образом, все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом. В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление.

Геологический эволюционный процесс отвечает биологическому единству и равенству всех людей — Homo Sapiens и его геологических предков Sinanthropus и др., потомство которых для белых, красных, желтых и черных рас — любым образом среди них всех — развивается безостановочно в бесчисленных поколениях. Это закон природы. В историческом состязании, например в войне такого масштаба, как нынешняя, в конце концов побеждает тот, кто этому закону следует. Нельзя безнаказанно идти против принципа единства всех людей как закона природы. Я употребляю здесь понятие «закон природы», как это теперь все больше входит в жизнь в области физико–химических наук как точно установленное эмпирическое обобщение.

Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется. Впервые в истории человечества интересы народных масс, с одной стороны, и свободной мысли личности — с другой, определяют жизнь человечества, являются мерилом его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера.

1922—1923 гг. на лекциях в Сорбонне в Париже я принял как основу биосферы биогеохимические явления. Часть этих лекций была напечатана в моей книге «Очерки геохимии», которая впервые была издана на французском языке в 1924 г., а затем в 1927 г. — в русском переводе. Приняв установленную мною биогеохимическую основу

биосферы за исходное, (французский математик и философ бергсонианец Е.Ле–Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 г. понятие ноосферы как современной стадии, геологически переживаемой биосферой. Он подчеркивал при этом, что он пришел к такому представлению вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом Тейьяром де Шарденом, работающим теперь в Китае.

[Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более и более широкие творческие возможности. И может быть, поколение наших внуков уже приблизится к их расцвету.

Здесь перед нами встала новая загадка. Мысль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор научно не разрешен. Его поставил впервые, сколько я знаю, американский ученый, родившийся во Львове, математик и биофизик Альфред Лотка. Но решить его он не мог. Как правильно сказал некогда Гете[1] (1749—1832), не только великий поэт, но и великий ученый, в науке мы можем знать только, как произошло что-нибудь, а не почему. Что касается наступления ноосферы, то эмпирические результаты такого «непонятного» процесса мы видим кругом нас на каждом шагу. Минералогическая редкость — самородное железо — вырабатывается теперь в миллиардах тонн. Никогда не существовавший на нашей планете самородный алюминий производится теперь в любых количествах. То же самое имеет место по отношению к почти бесчисленному множеству вновь создаваемых на нашей планете искусственных химических соединений (биогенных «культурных» минералов).

---

[1]Иоганн Вольфганг Гете (28.08.1749, Франкфурт–на–Майне — 22.03.1832, Веймар) — немецкий писатель, основоположник немецкой литературы Нового времени, мыслитель и естествоиспытатель, иностранный почетный член Петербургской АН (1826). В 2013 г. Федерация органического движения Украины планирует издание книги И.Гете «Избранные сочинения по естествознанию».

Масса таких искусственных минералов непрерывно возрастает. Все стратегическое сырье относится сюда. Лик планеты — биосфера — химически резко меняется человеком сознательно, и главным образом бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды. В результате роста человеческой культуры в XX в. все более резко стали меняться прибрежные моря и части океана. Человек должен теперь принимать все большие и большие меры к тому, чтобы сохранить для будущих поколений никому не принадлежащие морские богатства. Сверх того человеком создаются новые виды и расы животных и растений. В будущем нам рисуются как возможные сказочные мечтания: человек стремится выйти за пределы своей планеты в космическое пространство. И, вероятно, выйдет.

В настоящее время мы не можем не считаться с тем, что в переживаемой нами великой исторической трагедии мы интуитивно пошли по правильному пути, который отвечает ноосфере. Я говорю «интуитивно», поскольку вся история человечества развивается в этом направлении. Историк и государственный деятель только подходят к охвату явлений природы с этой точки зрения. Очень интересен в этом отношении подход к этой проблеме, как историка и государственного деятеля, Уинстона Черчилля[1].

Ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории — состояние наших дней. Ход этого процесса только начинает нам выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах. Приведу несколько примеров. Пятьсот миллионов лет тому назад, в кембрийской геологической эре, впервые в биосфере появились богатые кальцием скелетные образования животных, а растений больше двух миллиардов лет тому назад. Эта кальциевая функция живого вещества, ныне мощно развитая, была одной из важнейших эволюционных стадий

[1]Сэр Уинстон Леонард Спенсер–Черчилль (30.11.1874, Вудсток — 24.01.1965, Лондон) — британский государственный и политический деятель, премьер-министр Великобритании в1940—1945 и 1951—1955 годах; военный, журналист, писатель, почётный член Британской академии (1952), лауреат Нобелевской премии по литературе (1953).

геологического изменения биосферы. Не менее важное изменение биосферы произошло 70—110 млн. лет тому назад, во время меловой системы, и особенно третичной. В эту эпоху впервые создались в биосфере наши зеленые леса, всем нам родные и близкие. Это другая большая эволюционная стадия, аналогичная ноосфере. Вероятно, в этих лесах эволюционным путем появился человек около 15—20 млн. лет тому назад.

Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу. Мы вступаем в нее — в новый стихийный геологический процесс — в грозное время, в эпоху разрушительной мировой войны. Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере. Можно смотреть, поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим.

22 июля, Боровое — 15 декабря 1943 г., Москва.

ЧАСТЬ II

ФРАГМЕНТЫ ИЗ НАУЧНЫХ ТРУДОВ, СТАТЕЙ, ПИСЕМ И ДНЕВНИКОВ В.И.ВЕРНАДСКОГО, ОТРАЖАЮЩИЕ ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИДЕЙ О ПЕРЕХОДЕ БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ

1. РАЗУМ И ТРУД ЧЕЛОВЕКА КАК ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СИЛА ПЛАНЕТЫ

1882 ГОД.

Никогда человек не имел такого влияния на окружающую его природу, как теперь, никогда еще это влияние не было так разнообразно и так сильно. Человек настоящего времени представляет из себя геологическую силу, и сила эта сильна именно тем, что она возрастает, и предела ее возрастанию нам не видно. Таким он является благодаря науке, теперь все более и более захватывающей жизнь человека, науке, которая в лице лучших своих представителей стремится сделать предметом своего исследования все возможное, захватывает все области, которые ей были закрыты испокон веков и представлены на волю человеческой фантазии. Открываются новые методы науки, накапливаются новые факты, а с новыми фактами, с их объяснениями и появляются приложения к практической жизни — эти методы, факты, гипотезы доставляют то орудие, которое удесятеряет силы человека. Он познает природу и старается вывести из этого познания могущество, старается так приладить проявления

природы, чтобы они были полезны ему, человеку. И мы видим, что он в немногие годы прорывает перешейки, осушает озера, изменяет течение рек; мы видим, что он овладевает силою пара, силою электричества; делает бесплодные, лишенные растительности места покрытыми роскошной растительностью. Он потребляет накопленные за миллионы лет до него склады угля и распределяет скрытую в них силу, энергию по своему желанию; он является одним из важнейших агентов в распределении видов органической и неорганической природы, уничтожает одни, создает другие. Неоспоримо, самый сильный в наше время организм есть он. Несомненно, он важнейший агент в той полосе земного сфероида, где деятелем является сила органической материи. Полоса эта невелика, но и она расширяется его деятельностью: он поднимался так высоко над Землею, как никто не поднимался до него, он прорывался так глубоко в недра земли, бывал там, где никогда не бывал организм.

Сила его велика, велика потому, что проявляется в самых разнообразных явлениях природы, что пытливому уму человека есть дело до всего, что он не оставляет в покое ничего.

Из доклада студента В.И.Вернадского «О предсказании погоды» на заседании Студенческого научно–литературного общества СПб. университета. 1882 г. Рукопись ААН, ф. 518, оп. I, N 277, л. I, 2.

Моя цель — познание всего, что возможно человеку в настоящее время сообразно его силам (и специально моим) и времени. Я хочу, однако, увеличить хоть отчасти запас сведений, улучшить хоть немного состояние человека. А улучшить это, к сожалению моему, в мое время зависит не только от научных знаний и приложения их к борьбе с природой, а еще и к борьбе с людьми, и деятельности политической. Могущественным орудием тут является публицистика, научная, неопровержимая, логичная.

Из «Записок по истории Украины», 27. V 1882 г. Стр. автобиогр., с. 33.

1884 ГОД

Разум человека развивался постепенно, и мы можем или вернее, могли бы проследить это развитие, изучая его состояние в разных группах животного царства и у разных народов. Есть, однако, многое, общее большинству людей, есть такие выводы, которые будут приняты необходимыми всем людям, и это составляет наш разум.

Из путевого дневника за июль 1884 г. ААН, ф. 518, оп. 2, N 4. л. 9.

Задача человека заключается в доставлении возможно большей пользы окружающим <....> Наряду с этим нельзя забывать, что жизнь человека кончается с тем, что называют иногда «временной», «земной», и что здесь, в этой жизни, он должен достигнуть возможно большего счастья. Такое состоит как в умственном и художественном кругозоре, так и в материальной обеспеченности; умственный кругозор — наука; художественный — изящные искусства, поэзия, музыка, живопись, скульптура и даже религия — мир человеческой фантазии, мир идеалов и самых приятных слов; материальная обеспеченность — необходима в меньшей степени, так как ее удовольствия, по грубости, отходят на второй план, но необходимость их слишком чувствительна и без нее обойтись нельзя и незачем. Всего этого достигает человек — только благодаря крови, страданию поколений до нас и сотен тысяч людей в наше время. Как для того, чтобы это не отравляло радостей, так и для того, чтобы другие, плоть от плоти и кровь от крови нашей, могли достигнуть удовольствия после нас, — необходимо работать над поднятием и улучшением, над развитием человечества.

Ставя целью развитие человечества, мы видим, что оно достигается разными средствами, и одно из них — наука. Наука доставляет сама такое обширное удовольствие, она приносит такую большую пользу, что можно было бы, казалось, остаться деятелем одной чистой науки. Это было бы приятнее. Но так оно было бы, если бы можно было заставить себя не вдумываться за пределом узкого круга специальности; когда теряется мировоззрение, с ним теряется выс-

шее, осмысленное удовольствие, доставляемое наукой, и остаются отдельные микроскопические радости; чувство долга и стремление к идеалу завладевают человеком, смотрящим на науку обширным взглядом, а не взглядом специалиста, не видящего ничего за пределами своей специальности и мнящего себя ученым.

Из дневника 11 мая 1884 г. Стр. автобиогр., с. 39.

Что такое жизнь? И мертва ли та материя, которая находится в вечном непрерывном законном движении, где происходит бесконечное разрушение и созидание, где нет покоя? Неужели только едва заметная пленка, на бесконечно малой точке мироздания — Земле, обладает коренными особенными свойствами, а всюду и везде царит смерть?

Разве жизнь не подчинена таким же строгим законам, как и движение планет, разве есть что–нибудь в организмах сверхъестественное, что бы отделяло их резко от остальной природы?

Покуда можно только предлагать эти вопросы. Их решение дастся рано или поздно наукой.

Из студенческой работы «Об осадочных перепонках», XII. 1884 г. ААН, ф. 518, оп. I, N 212, л. 43.

1886 ГОД

Представляется мне время иное, время будущее. Поймет человек, что не может он любить человечество, не любя отдельных лиц, поймет, что не любовью будет его сочувствие к человечеству, а чем-то холодным, чем–то деланным <...> раз он не забудет самого себя, все свои помыслы, все свои мечты и желания в одном великом чувстве любви.

Из письма к Н.Е.Вернадской[1] от 2.VI 1886 г. Стр. автобиогр., с. 51.

[1]Наталья Егоровна Вернадская (1860—1943) — жена и ближайший помощник В.И.Вернадского.

1888 ГОД

Я думаю, что народная массовая жизнь представляет из себя нечто особенное, сильное, могучее. Масса народная обладает известной возможностью вырабатывать известные знания, понимать явления — она как целое и живое, обладает своей сильной и чудной поэзией, своими законами, обычаями и своими знаниями; я думаю, что она обладает и еще одним качеством — она дает счастье отдельным людям, которые живут с ней неразрывно <...>.

Я сознаю, что в народных массах бессознательно идет работа, благодаря которой вырабатывается что–то новое, что–то такое, для чего и стоит жить, и что приведет к неведомым, неизвестным результатам. Самое важное и самое глубокое, что есть в этой выработке новых идеалов народными массами — это то, что идеал вырабатывается жизнью <...>.

Я вижу, как из работы отдельных лиц, опирающихся и исходящих постоянно из познанного массами, выработалось огромное, подавляющее здание науки; я вижу, как неутомимо идет работа в нем — работа ощупью, работа почти всегда наугад, или как из нестройных, беспорядочных попыток <...>, мало–помалу, годами и столетиями вырабатывается нечто более стройное и более упорядоченное.

Задача вся состоит в том, чтобы и эта работа вошла в общую массовую жизнь, чтобы масса поднялась до этой работы и влила сама в нее то, чего недостает в ней. И как явилась прекрасной ее поэзия, как явилась чудной ее музыка и как явились высоко гармоничными те или иные мысли, идеалы, стремления из массовой жизни — так, я думаю, должны явиться могучим и новым наука и знание, вошедшие в массы, и их до себя поднявшие <...>.

Мне иногда кажется, что эта массовая жизнь есть какой–то отголосок космических сил, которые — мы видим — действуют всюду, и что, если бы мы могли применить здесь обычные нам логические методы, мы могли бы разбить эту жизнь на известные рамки, на известные частички, которые оказались бы связанными с более ши-

рокими и более общими явлениями, мы смогли бы найти «законы» этой жизни и «формулы» ее развития.

Но ясно одно — если у тебя Сомнение касается всего и ни перед чем не останавливается, — оно заставит тебя сомневаться и в обычных путях познания, оно не оставит ничего недоказанным и заставит тебя желать узнать. А узнать ты можешь не одним способом; узнать ты можешь не только одним путем «научного» анализа и т.п. методов, «узнать» — ты так не можешь, если бы ты даже трудился дни и ночи... Ты должен узнавать всеми средствами — и вот тебе способ познания, где вся жизнь твоя, весь ее уклад является средством того же познания, где достигается какая-то особая, какая-то новая гармоничность, правильность, — и этой гармоничностью, несомненно, тоже достигается «знание».

Из письма товарищу по университету В.В.Водовозову[1] от 22.X. 1888 г.
Стр. автобиогр., с. 66.

1890 ГОД

В сущности, впечатление от поездки на родину не из веселых, но, конечно, оно ни в коем случае не неожиданно, и не слишком поражающе. Только глубже, только сознательнее становится отношение к жизни, строже отношение к себе, возбуждается делание работать и страстная жажда мысли.

Понимается, что Мысль в общей жизни человечества — все, самое главное. Для жизни отдельных лиц имеют цель доброта, нежность, чувство, без этого, конечно, нельзя и не стоит жить, но для целого общества, для целой массы Мысль заменяет все. И я ясно, сильно чувствую, как это необходимо, как меня мутят, мучают, раздражают всякие стеснения Мысли.

Из письма к Н.Е.Вернадской от 5. VII 1890 г. Стр. автобиогр., с. 76.

[1]Василий Васильевич Водовозов (1864—1933) — русский публицист.

Существование человека для науки (называемое иногда в жизни служением в науке, а я не отделяю от науки стремящееся к истине и искусство) вносит в жизнь светлые лучи идеала.

Из письма к Н.Е.Вернадской от 11. X 1890 г. Стр. автобиогр., с. 93.

1892 ГОД

Влияние идеи и мысли на текущую будничную жизнь широко и постоянно; оно несколько веков становится сильнее и могущественнее. Этот процесс обещает много впереди; сама его продолжительность (непрерывность) зависит от неуклонного к нему стремления отдельных сознательных личностей. В явлениях текущей жизни каждая личность тем более имеет влияние на жизнь, тем более ведет к победе мысли (т.е. гармонии и красоты), чем сознательнее постоянно и серьезно она ищет проявления основных идей в окружающей текущей жизни, чем непреклоннее и яснее оценивает каждое явление со стороны общих, дорогих ей принципов и чем более выясняет себе, что именно с точки зрения Мысли и Идеи значит каждое событие текущей будничной жизни, что надо делать, чтобы оно шло по пути идеи и мысли. Тогда каждая личность в своей жизни является отдельным борцом проникновения сознания в мировые процессы, она своей волей становится одним из создателей и строителей общего закона, общего изменения, изменения сознательного, тех или иных процессов, и этим путем участвует в глубоком процессе — переработки мировых явлений в целях, выработанных Сознанием. Сила личности, влияние ее, понимание ею жизни (а тут работа над пониманием — есть сама по себе общественное дело великой важности для всякой личности, не живущей на необитаемом острове) увеличиваются по мере вдумывания в процессы будничной жизни.

Вдумывание в эти процессы имеет еще другое значение, так как в них сказывается мысль и других сознательных личностей и на них познается, пробуется всякий принцип, всякая идея другими

личностями. Понятно поэтому, что многое новое и отсутствующее в остальных естественных явлениях должно раскрываться и уясняться для всякого человека при вдумывании в совершающуюся вокруг него мелкую, глухую жизнь.

Так ли глуха эта жизнь, как она кажется? Так ли она бесформенна и случайно–бесцельна, как представляется? Так ли бессильна личность противиться уродливым проявлениям жизни? И не есть ли отсутствие ясного понимания и оглашения этой уродливости отдельными личностями — самая основная причина и главная сила всех уродливых течений жизни?

Общество тем сильнее, чем оно более сознательно, чем более в нем места сознательной работе по сравнению с другим обществом. Всякий его поступок тем более правилен, т.е. находится в гармонии с «общим благом, с maximum'ом доступного нашей эпохе напряжения сознания в мировой жизни», чем ярче он является результатом работы числа людей, могущих мыслить. Когда есть ряд человеческих обществ, — ив этих обществах, государствах, в одних — широко дана возможность мыслящим единицам высказывать, обсуждать и слагать свое мнение — в других такая возможность доведена до maximum'а, — то первые общества гораздо сильнее и счастливее вторых обществ. Если же в первых, сверх того, необходимые коллективные поступки делаются на основании правильно составленного мнения лучших людей, а во вторых — на основании мнения случайного характера людей случайных, — то сила первых обществ еще более увеличивается. В таком случае неизбежным образом для вторых обществ ставится на карту вопрос их существования, и жизнь в них становится труднее и безобразнее. Между тем совершенствование первых обществ возможно лишь при охвате ими всех людей, живущих в условиях необходимости внешних сношений, и возможно лишь при необходимом усложнении всех сторон будничной жизни.

Вследствие этого правильность поступков общин 2–го типа становится меньше, а, следовательно, условия жизни входящих в их состав единиц с каждым годом все менее благоприятны. Жизнь человечества все более усложняется, сношения между людскими общинами

увеличиваются, коллективные поступки других общин становятся все правильнее — а потому ошибочность в поступках общин 2–го типа увеличивается и ненормальность их устройства становится яснее и серьезнее. Это естественные враги.

В таком случае является необходимость найти исход из ненормального положения. Мыслимы три случая. Или такая община, или такое государство достаточно физически сильно и может направить данную силу дурно, т.е. противно людскому благу и интересам прогресса; или оно не может победить прочих государств и должно медленно или быстро разрушаться, или в нем достаточно людей с сильной волей и ясным сознанием, и эти люди могут изменить ненормальные условия жизни.

Существование таких людей необходимо во всех случаях. Их количество и качество решают судьбу государства. Между тем все условия жизни в таких обществах препятствуют, вообще говоря, их образованию — а потому те, которые почему бы то ни было могли обра-зовываться в таком государстве, должны особенно напрягать свои силы и жить особенно интенсивно и вдумчиво.

Из записок. VIII 1892 г. ЛАН, ф. 518, оп. I, д. N 215, л. 1—8, 1901 г.

1901 ГОД

Дух научного искания тождественен и неразрывно связан с чувством человеческого достоинства, а потому в явной, открытой общественной жизни он не может не быть положен в основу явных действий. Отклонения личной нравственности или нравственности неболь-ших групп, научно высокоразвитых, совершаются всегда тайно и идут в противоречии с основным принципом научного развития. Наука основана на основе свободы человеческого разума, тесно и неразрывно связанного с демократическим духом равенства.

Из дневника. 22. VII 1901 г. Стр. автобиогр., с. 184.

1903 ГОД

Недавно окончился XIX век, к концу его и в ближайшие годы нового двадцатого столетия во всех культурных странах земного шара подводились итоги прошедшей столетней жизни человечества. В текущей спешной и запутанной ежедневной работе нам нет времени и возможности останавливаться на размышлении и оценке разных сторон ближайшего прошлого. Но формальный предлог окончившегося столетия дал возможность всюду сразу произвести эту оценку со всех точек зрения, заставил мысли миллионов людей хотя на время остановиться и задуматься над тем, что прожито и сделано ближайшими поколениями, и проникнуть хотя бы слегка в далекое будущее нового открывающегося столетия. Что оно несет нам, к чему клонится исковая работа человечества, что вынырнет из мрака времен перед нами и ближайшими к нам поколениями?

Конечно, итоги и ответы на такие вопросы не могли быть одинаковы среди людей неодинакового образования, несовместимости интересов, разного общественного и культурного состояния, но все же из сложной и противоречивой массы ответов, возможно, уловить некоторые общие ноты, возможно, услышать общие впечатления. Эти общие впечатления указывают на основные и главные черты переживаемого исторического периода, входят в сознание мыслящего человечества и, в свою очередь, направляют и определяют его дальнейшую деятельность.

Две характерные стороны прожитого столетия особенно резко выделяются в общественном сознании.

С одной стороны, красной нитью в истекшем столетии проходит рост науки и развитие научного миропонимания. Они проявились как в коренном изменении условий обыденной жизни — в открытиях и изобретениях техники, так и в проникновении научной работы в области, которым она оставалась чуждой в прежние периоды жизни человечества — в создании новых «наук». Под их влиянием изменился характер государственных учреждений, выросли новые функции государственных и общественных организаций, совершен-

но неизвестные государствам и обществам даже XVII и XVIII столетий. Впервые в этом столетии под почти неслыханным раньше и своеобразным влиянием научных доктрин и воззрений проявились в истории европейского и американского обществ могущественные народные движения пролетариата, и социализм — в его главных течениях — так или иначе исходил из научных представлений о правильном общественном устройстве. Под влиянием научного движения в не менее резкой степени меняется положение религий в общественной жизни и понимание религиозных доктрин людьми, затронутыми образованием; что еще важнее, появились новые формы религиозного сознания, считающиеся с теми данными, которые кажутся научно доказанными, и исходят из них в своих построениях; эти формы «реформированных» религий являются явными указателями силы научного движения в истекшем столетии, и едва ли до сих пор оценено все значение этих новых форм понимания старого или попыток новой обработки искомых религиозных проблем. Не менее крупное влияние оказало развитие науки на положение к концу столетия философских доктрин и философского миропонимания. Даже в областях искусства в XIX в. — в этих наиболее далеких от науки проявлениях человеческого сознания — видим мы и чувствуем могущественное влияние научного миропонимания, главным образом благодаря коренному изменению и открывающимся безграничным горизонтам техники...

И невольно под влиянием этой картины неуклонного роста научного миропонимания в течение всего XIX столетия — во всех оценках и итогах, в умах и сознании огромного большинства мыслящего человечества является признание роста науки как одного из характерных признаков XIX столетия, и в то же время в неясной, конечно, но захватывающей форме рисуется в будущем дальнейший рост научного сознания, чувствуется и понимается неизбежность новых, дальнейших успехов знания, достижение наукой того, что кажется нам пока самыми смелыми фантазиями. В некоторых отношениях этот рост был быстрее порывов человеческой фантазии, и кое–где

научно достигнутое определило те границы возможного, которые еще недавно ставились человеком.

Из очерка «Прогресс науки и народные массы». 1903. Тр. по всеобщ, ист. н., с. 186.

Что такое «научное мировоззрение»? Есть ли это нечто точное, ясное и неизменное, или медленно, или быстро меняющееся в течение долгого, векового развития человеческого сознания? Какие явления и какие процессы научной мысли оно охватывает? <...>.

Научное мировоззрение есть создание и выражение человеческого духа; наравне с ним, проявлением той же работы служат религиозное мировоззрение, искусство, общественная и личная этика, социальная жизнь, философская мысль или созерцание. Подобно этим крупным отражениям человеческой личности, и научное мировоззрение меняется в разные эпохи у разных народов, имеет свои законы изменения и определенные ясные формы проявления.

«О научном мировоззрении». 1903. Избр. тр. по ист.н., с. 36—39.

1905 ГОД

Дело будущего развития науки — подойти к таким задачам и к таким научным вопросам, которые заставят философскую мысль искать новых путей, как искал и нашел их Кант, когда наука XVIII столетия вошла в коллизию с философскими системами XVIII в. Своеобразное развитие точного знания и математики за последние десятилетия ясно, кажется мне, показывают, что мы входим в этот новый период, и перед человеческой мыслью начинают слагаться новые горизонты, которые потребуют от нее новой созидательной философской работы. Это — дело ближайшего будущего.

Кант и естествознание XVIII столетия. 1905. Избр. тр. по ист.н., с. 214.

1906 ГОД

Среди сутолоки жизни и преходящих интересов дня не обращают на себя внимания вечные философские вопросы, волнующие человечество, отвлеченные, абстрактные искания человеческой мысли. А между тем именно они в действительности управляют современным движением, они руководят действиями отдельных лиц, двигают народные массы, дают тон всему содержанию русской жизни; в них кроется смысл движения, и оно может быть понято и оценено только при свете этих вечно юных, далеких от мелочей жизни идей и стремлений. Будущий историк, обращаясь к великой русской революции, увидит в ней проявление и провозглашение этих абстрактных идей, он извлечет их в конкретной форме отдельных событий, и в таком виде они явятся живительными и самостоятельными агентами будущего развития человечества, как являются теперь для нас и являлись в течение всего XIX в., абстрагированные и опоэтизированные события Великой французской революции конца XVIII в.

В настроениях минуты и в событиях дня можно отметить три таких течения, которые смотрят вперед, которые не стремятся восстановить прошлое, которые кладут камни будущему строю человеческого общества. В их борьбе — на конкретной почве русской действительности — вырисовывается для нас смысл переживаемых нами событий, заключается глубочайший философский интерес преходящего дня.

Одно из них тесно связано с великим социалистическим движением XIX столетия. Оно является результатом социалистического мировоззрения, социалистического понимания хода и задач общественной жизни <...>.

Социализм явился прямым и необходимым результатом роста научного мировоззрения; он представляет из себя, может быть, самую глубокую и могучую форму влияния научной мысли на ход общественной жизни, какая только наблюдалась до сих пор в истории человечества, если исключить влияние техники, ибо это последнее совершается вне воли и сознания ее творцов. Социализм же есть яв-

ление сознательное, и вся сила и весь смысл его заключается в проявлении сознательности в народных массах, в их сознательном участии в окружающей жизни. Социализм вырос из науки и связан с нею тысячью нитей; бесспорно, он является ее детищем, и история его генезиса — в конце XVIII — первой половине XIX столетия — полна с этой точки зрения глубочайшего интереса. Он явился одним из следствий неизбежного демократического характера науки и научного мышления, ибо наука — по самой сути вещей — не может признавать возможными какие–либо грани и различия между теми, кто способен овладеть научным мышлением и выступить на научную дорогу. Там все равны, и правильное развитие науки предполагает демократическое общественное устройство, ибо вся конструкция науки к нему приспособлена, предполагает его существующим, во всяком случае, в научной области.

Глубокая критика хозяйственной жизни раскрыла перед нами причины экономического неравенства и связанных с ними несчастий и страданий с такой силой, какая была раньше неизвестна.

Исторический смысл событий в России 1905—1906 гг.
Философские мысли, с. 409, 410.

1910 ГОД

Благодаря открытию явлений радиоактивности, мы узнали новый негаданный источник энергии. Этим источником явились химические элементы. Они, сами по себе, постоянно выделяют энергию — лучи разного рода и разных свойств: лучи α, β, γ способны производить работу, несут электричество разного знака, производят самые разнообразные изменения в окружающей среде <...>.

<...> И невольно перед нами выдвигается основной вопрос в области радия. Почему в эти 14 лет, когда совершился переворот в научном мировоззрении, так слабо отразился он на картине природы, и еще медленнее и слабее он проник в область наиболее нам ценную — в область человеческой жизни, человеческого сознания?

Ответ на эти вопросы дает изучение прошлого. Мы знаем, что научные открытия не являются во всеоружии, в готовом виде. Процесс научного творчества, озаренный сознанием отдельных великих человеческих личностей, есть вместе с тем медленный и вековой процесс общечеловеческого развития. Историк науки открывает всегда невидимую современниками, долгую и трудную подготовительную работу; корни всякого открытия лежат далеко в глубине и, как волны, бьющиеся с разбега о берег, много раз плещется человеческая мысль около подготавливаемого открытия, пока придет девятый вал!

Задача дня в области радия. 1910. Очерки и речи, I, с. 32, 37, 38.

1912 ГОД

Деятельность человека. В последние века появился новый фактор, который увеличивает количество свободных химических элементов, преимущественно газов и металлов, на земной поверхности. Фактором этим является деятельность человека.

В общем, человек действует в том же направлении, в каком, как мы видели, идет деятельность органического мира. Но с появлением человека эта деятельность получает новые оттенки и совершенно новое направление. Начинаются новые реакции — выделение в элементарном состоянии таких тел, как Fe, Zn, Sn, Pb, Al, Ni и пр., которые или совершенно не выделяются или выделяются природными процессами в ничтожных количествах. В то же самое время и количество добываемых человеком металлов достигает колоссальных размеров и с каждым годом все более и более увеличивается <...>.

Человек, таким образом, постоянно перерабатывает верхнюю покрышку земной коры и переводит значительную часть ее соединений в свободные элементы.

Опыт описательной минералогии. Избр. соч., Т. II, с. 35, 36.

По самым основам своим наука является глубоко демократичной, так как она имеет своим источником только силу ума и глубину вдохновения человеческой личности и в своих результатах абсолютно не связана с какими–нибудь определенными формами общественного строя. Для нее наиболее благоприятны и наиболее ей желательны такие формы общественности, которые дают возможность, с одной стороны, наиболее ярко и свободно проявляться богато одаренным личностям, а с другой стороны, позволяют наиболее полно провести в жизнь организацию коллективной научной работы, использовать для этого по возможности жизнь каждой человеческой особи. История науки позволяет нам необычно ярко проследить в глубь веков тесную связь научных исканий с демократизацией жизни, и как только наука и научная техника с XVII столетия, и особенно в XVIII веке, получили прочные корни в жизни и достигли крупных успехов, их значение в демократизации социальной жизни выразилось сильно, проявилось на первом месте. К сожалению, история этого влияния не написана и не проникла в наше сознание.

Демократизация жизни и государственных форм проникла всю высшую школу нашего времени; ее влияние с каждым поколением усиливается. Она сказывается в школе на каждом шагу, выражается не только во внешних ее формах, но коренным образом перестраивает ее сущность. Демократизация жизни не только меняет старую школу; она создает новые негаданные и раньше неведомые формы высшего образования.

Наконец, наряду с этим в новейшей истории высшей школы надо выдвинуть влияние еще одной черты нового времени — распространение единой культуры, или во всяком случае доступность единой культуры для всех стран и для всех народов, для всего человечества. В наше время пали последние изолированные культурные области — Китай, Япония, индокитайские государственные организации, народы Индии и мусульманского Востока. Европейская культура впервые распространилась на весь земной шар. Несомненно,

она сама временами изменялась под влиянием новых условий жизни или природы, впитывала в себя культурные влияния, корни которых ей были чужды; но, в общем, сейчас весь земной шар представляет единую культурную область. Значение этого факта для организации и строя высшего образования огромно; влияние его только начинает сказываться. Едва ли даже мы в состоянии сейчас предвидеть, в какие формы оно, в конце концов, выльется. Нельзя не отметить, что и здесь развитие науки является одним из главнейших факторов, если даже не самым главным фактором, обусловливающим единство человеческой культуры. Ибо научное знание есть единственная форма духовной культуры, общая для всего человечества и зависящая в своей основе от исторического, или географического места и времени. Только наука и тесно с ней связанная техника вызывают единство культуры для всего человечества, достигают того, к чему напрасно стремились различные формы религии и школы философии. Это является неизбежным следствием самой сущности науки — единой в основе своих выводов, для всех обязательной и непререкаемой. Одной из форм организации научной работы и главным путем проникновения ее в общечеловеческую культуру является высшая школа. Очевидно, и формы высшей школы каждой исторической эпохи должны быть одни и те же для всего человечества, отличаться в разных государствах и у разных народов только оттенками, не касающимися основных условий ее существования <...>.

То, что мы видим в мировой жизни высшей школы, несомненно, могущественно отражается в высшем образовании нашей страны. Лишь под влиянием этих мировых причин, в тесном общении с мировой жизнью наша высшая школа находит в себе достаточную силу для борьбы с тяжелыми внешними условиями своего существования и неуклонно идет, правда тяжелым, болезненным путем к исполнению в пределах нашей страны и нашего народа общечеловеческой задачи — организации мировой научной работы, созданию учащегося народа.

Задача высшего образования нашего времени. Вестник воспитания, 1913, № 5.

Нельзя забывать, что всякая научная творческая работа, как и всякая духовная творческая работа, накладывая свой отпечаток на весь духовный облик человека, одновременно неуловимыми путями могущественным образом отражается на окружающих. Нельзя забывать, что духовная сила общества создается только существованием в его среде творческой самостоятельной работы отдельных лиц во всех областях культурной жизни — науке, философии, религии, искусстве, общественной жизни. Если бы даже данной личности и не удалось реально воплотить в жизнь ею созданное, то самое существование ее творческой работы есть уже акт жизни общества. И может быть, в данный исторический момент для русского общества, столь далекого по форме своей общественности от современного уровня мировой жизни, наиболее важным является существование в нем научной творческой работы, ибо сейчас научная творческая мысль есть самая большая реальная мировая сила. А научная творческая работа общества слагается из единичной творческой работы отдельных его членов.

Памяти П.К.Алексата[1]. Русская мысль, 1913, № 12, с. 49—53.

1915 ГОД

Запасы энергии, с одной стороны, слагаются из той силы, как физической, так и духовной, которая заключается в населении государства... Чем оно обладает большими знаниями, большей трудоспособностью, тем больше простора предоставлено его творчеству, больше свободы для развития его личности, меньше трений и тормозов для его деятельности — тем полезная энергия, вырабатываемая населением, больше, каковы бы ни были те внешние, вне человека лежащие, условия, которые находятся в среде природы, его окружающей. Больше того, бесконечно глубокая — с человеческой, а не с

[1]Павел Карлович Алексат (1868—1913) — советский минеролог.

абстрактной точки зрения — духовная сила, находящаяся в человеке, так велика, что до сих пор никогда не было в истории случая, где бы она — в государственных организациях — не могла вырабатывать полезную для человечества энергию из–за недостатка природного материала. Это запечатлелось в представлении о неисчерпаемости сил окружающей нас природы. <...> Три царства природы даны нам XVIII веком, который ясно сознавал в своем элементарном государственном — камеральном, как тогда говорили, — хозяйстве их государственное значение и прибавлял к ним и царство Homo sapiens. Кинетическая энергия, как естественная производительная сила, в форме белого угля, есть новое создание в государственном учете, введенное XIX веком. Она уловлена, благодаря росту машин, извлекавших в широком, с конца XVIII века, масштабе, силу из царства минералов. Лучистая и атомная энергия находятся пока вне государственного учета, не могут интересовать практического политика, но должны уже теперь занимать мысль всякого государственного деятеля, смотрящего вперед, как источники будущих благ человечества.

Энергия царств природы и кинетическая энергия природы имеют в государственной жизни значение только тогда, когда они претворены в полезную для него и для его населения форму <…>

Химические элементы строят всю земную кору, а свойственная им химическая энергия в ее бесконечно разнообразных проявлениях служит объектом всей работы человечества при превращении ее из потенциальной в полезную форму. Торговля, промышленность, вся жизнь человечества связана с этой работой не в меньшей степени, чем она связана с тем питанием, которое Homo sapiens достает из животного и растительного мира. Когда Homo sapiens стал утилизировать эту энергию мертвого мира, он вышел в новый класс организмов.

В геологической истории Земли использование человеком этой формы потенциальной энергии явилось, среди высших организмов, совершенно новым фактором, никогда раньше не бывшим. Лишь низкие формы организмов могли играть геологически аналогичную — правда, аналогия довольно отдаленная — роль.

Геологически самое существенное отличие, внесенное в эту химическую работу живого вещества человеком, по сравнению с играющими столь важную роль в геологической истории микроорганизмами, заключалось в разнообразии химических изменений, вносимых человеком, в том, что он один коснулся в своей работе почти всех химических элементов и, вероятно, в конечном итоге коснется всех элементов. В микроорганизмах, при всем их исключительном значении в истории поверхностных процессов в минеральном царстве, мы встречаем чрезвычайную специализацию для отдельных видов или типов. Даже в целом, если взять химическую роль всех микроорганизмов и сравнить с химической ролью одного человека в геологической истории Земли, мы увидим большое разнообразие в работе человека, и эта его роль еще более увеличивается по мере того, как он начинает регулировать химико-геологическую роль микроорганизмов. Если придать роли человека то же геологическое время, какое мы имеем для оценки роли микроорганизмов, мы ясно увидим, какой могучий химический фактор вошел в историю Земли с человеком, особенно с эпохи новых веков, и в частности с XIX века <...>

Еще большее значение получит эта работа человечества, когда мы примем во внимание количественную сторону явлений; тогда можно сказать, что работа XIX—XX вв., явится в этом смысле сравнимой с работой всего доступного точному историческому изучению прошлого. Кривая добычи резко идет вверх, обещая сделать несравнимой химико-геологическую работу человечества в ближайшем столетии по сравнению с далеким прошлым.

На росте этой работы, т.е. техники в ее приложении к жизни — на использовании химической энергии, — строится культура и та сторона, которая в этом отношении наиболее полно и правильно использует свою потенциальную энергию, заключенную в царстве минералов, находится на высшей стадии работы государственной машины.

Об использовании хим. элементов в России, 1915. Очерки. и речи, 1, с. 56—58, 60,61,63.

По мере того, как общечеловеческая культура распространяется на все больший и больший район земного шара, перед человечеством яснее становится вопрос об ограниченности тех полезных сил, какие сосредоточены в окружающей его природе. По мере того, как научное знание все больше охватывает окружающую жизнь, распространяется забота о будущем, об охране для потомств богатств природы, бережного их потребления. Под влиянием этих идей вырабатываются сейчас более совершенные способы добычи и использования сил природы, которые позволяют сохранять достаточную часть силы, раньше пропадавшей бесследно. Эти приемы находятся в тесной зависимости от меняющихся в каждом отдельном случае свойств тех или иных продуктов природы, и, очевидно, только опыт может решить, какие приемы работы могут быть применены по отношению к производительным силам нашей страны. Мне кажется, сейчас изучение естественных производительных сил России требует такого расширения области работы, ибо очевидно, только этим путем находящиеся на земной поверхностей в недрах нашей Земли силы могут быть приведены в активное состояние.

Об изучении естеств. производительных сил России. Изв. АН, 1915, 6 серия, т.9,№ 8, с. 679—700.

1917 ГОД

Мы недостаточно оцениваем значение огромной непрерывности нашей территории. Подобно Северо-Американским Соединенным Штатам мы являемся государством-континентом. В отличие от Штатов мы страдаем от того, что в действительности является первоисточником нашей силы. Но и у нас придет время, когда мы, подобно Штатам, будем им пользоваться для трудноисчислимых удобств жизни. Это время придет тогда, когда наша политика будет определяться волей нас всех, т.е. волей народа. То новое, что дает в быту живущих в нем людей большое по размерам государство, приближается по своему укладу к тому будущему, к которому мы все

стремимся — к мирному мировому сожительству народов. Огромная сплошная территория, добытая кровью и страданиями нашей истории, должна нами охраняться как общечеловеческое достижение, делающее более доступным, более исполнимым наступление единой мировой организации человечества.

Задачи науки в связи с государственной политикой в России. Очерки и речи, 1, с. 155.

1920 ГОД

Вся наша культура, охватившая всю поверхность земной коры, является созданием научной мысли и научного творчества. Такого положения еще не было в истории человечества, из него еще не сделаны выводы социального характера.

Вдумываясь в происходящий процесс роста научного развития, можно убедиться, что этот рост не является случайным явлением, он имеет характер стихийных, т.е. естественных процессов, идущих на земной поверхности и связанных с изменениями, происходящими в биосфере <...>. Человечество, взятое в целом, не безразлично в стихийных, естественных процессах, идущих на земной поверхности. Оно здесь теснейшим образом связано с другими организмами и совершает с ними вместе огромную, определенного рода геологическую работу. Если бы эта работа прекратилась или изменилась, это сказалось бы очень резко на ходе естественных геологических процессов. Составная часть остальных организмов — живого вещества, — человек чрезвычайно меняет всю работу живого вещества. Он вместо прежней природы создает новую культурную природу, резко меняет облик земной коры. Если мы сравним этот облик — и оценим эту работу — в связи с тем обликом девственной природы, которая существовала тысяч 20 <лет> тому назад, — в Даунский период четвертичной эпохи, мы можем убедиться, какая огромная геологическая работа производится человечеством и какую геологическую силу представляет человеческая культура <...> Мы имеем здесь

типичную картину стихийного, геологического, естественного процесса. Мне пришлось его изучать в одном его проявлении — в химических процессах земной коры, в геохимических проявлениях. В этих явлениях роль живого вещества — организмов — колоссальна; без них вся химия земной коры пошла бы иначе. В этих процессах среди живого вещества, особенно на суше, — чрезвычайна роль человечества, и его геохимическое значение увеличивается с каждым столетием. Всякое повышение культуры связано с увеличением его геохимического значения <...>

Значение культурного человечества увеличилось со временем окончательного создания новой науки, точного знания, охватившего и наше мышление, и нашу обыденную жизнь. Мы видим постепенное все увеличивающееся значение этого процесса с конца XV столетия, кривая воздействия человечества быстро поднимается, и никакого намека на поворотный пункт или на замедление этого подъема не наблюдается <...>

Такое состояние культурного человечества тесно связано с его духовным ростом и на первом месте с ростом основанной не на бессознательном массовом творчестве, как это было раньше, но на технике, тесно связанной с наукой.

Наука представляет ту силу, которая спасает человечество, не дает ему опуститься, является той силой, которая совершает человеческую работу, в частном случае — геохимическую, им совершаемую.

Силой, делающей эту работу, является и сознание и воля человека, выраженные в форме науки <...>

Структура человеческой жизни должна — и неизбежно будет — изменена в том направлении, которое соответствует тому естественному стихийному процессу, в который как неизбежное звено входит культурная работа человечества.

Лекция на Кооперативных курсах в г. Симферополе. 18/31.X 1920 г.
ААН, ф. 518, оп. 2, № 45, л. 196—203.

Поворот влияния человека начался тогда, когда человечество овладело открытием земледелия, автотрофной группой организмов и стало этим путем непосредственно влиять на геохимические процессы. Десятки, если не сотни тысяч лет до открытия земледелия геохимическое влияние его было ничтожно. Овладение автотрофным зеленым миром — первый этап к автотрофности человечества.

Из записной книжки 1920 г. ААН, ф. 518, оп. 2 № 32, с. 43.

1922 ГОД

Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не могут сравняться все им раньше пережитые. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет... Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть.

Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение?

Дорос ли он до уменья использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука?

Ученые не должны закрывать глаза на возможные последствия их научной работы, научного прогресса. Они должны себя чувствовать ответственными за последствия их открытий. Они должны связать свою работу с лучшей организацией человечества.

Мысль и внимание должны быть направлены на эти вопросы. А нет ничего в мире сильнее свободной научной мысли!

Очерки и речи, I, с. 1—2.

1924 ГОД

Вся научная работа, по самой сути своей, связана со свободным суждением свободной человеческой личности и, как мы знаем из истории научного знания, она творится только потому, что ученый

в своих исканиях идет по избранному пути, не считая равноценным своему суждению ничьи мнения или оценки. Вся история науки доказывает на каждом шагу, что в конце концов бывает прав одинокий ученый, видящий то, что другие своевременно осознать и оценить не были в состоянии.

Если это справедливо вообще, то особенно представляется мне это необходимым и неизбежным в современных переходных революционных условиях жизни России. Примат личности и ее свободного, силой, делающей эту работу, является и сознание и воля человека, выраженные в форме науки <...>

Структура человеческой жизни должна — и неизбежно будет — изменена в том направлении, которое соответствует тому естественному стихийному процессу, в который как неизбежное звено входит культурная работа человечества.

Лекция на Кооперативных курсах в г. Симферополе. 18/31.X 1920 г.
ААН, ф. 518, оп. 2, № 45, л. 196—203.

Поворот влияния человека начался тогда, когда человечество овладело открытием земледелия, автотрофной группой организмов и стало этим путем непосредственно влиять на геохимические процессы. Десятки, если не сотни тысяч лет до открытия земледелия геохимическое влияние его было ничтожно. Овладение автотрофным зеленым миром — первый этап к автотрофности человечества.

Из записной книжки 1920 г. ААН, ф. 518, оп. 2 № 32, с. 43.

1922 ГОД

Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не могут сравняться все им раньше пережитые. Недалеко время, когда человек получит в свои руки атомную энергию, такой источник силы, который даст ему возможность строить свою жизнь, как он захочет... Это может случиться в ближайшие годы, может случиться через столетие. Но ясно, что это должно быть.

Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение?

Дорос ли он до уменья использовать ту силу, которую неизбежно должна дать ему наука?

Ученые не должны закрывать глаза на возможные последствия их научной работы, научного прогресса. Они должны себя чувствовать ответственными за последствия их открытий. Они должны связать свою работу с лучшей организацией человечества.

Мысль и внимание должны быть направлены на эти вопросы. А нет ничего в мире сильнее свободной научной мысли!

Очерки и речи, I, с. 1—2.

1924 ГОД

Вся научная работа, по самой сути своей, связана со свободным суждением свободной человеческой личности и, как мы знаем из истории научного знания, она творится только потому, что ученый в своих исканиях идет по избранному пути, не считая равноценным своему суждению ничьи мнения или оценки. Вся история науки доказывает на каждом шагу, что в конце концов бывает прав одинокий ученый, видящий то, что другие своевременно осознать и оценить не были в состоянии.

Если это справедливо вообще, то особенно представляется мне это необходимым и неизбежным в современных переходных революционных условиях жизни России. Примат личности и ее свободного, ни с чем не считавшегося решения представляется мне необходимым в условиях жизни, где ценность отдельной человеческой личности не сознается в сколько–нибудь достаточной степени. Я вижу в этом возвышении отдельной личности и в построении деятельности только согласно ее сознанию основное условие возрождения нашей Родины.

Из письма в Академию наук. VIII 1924 г.
ААН, Протоколы ОС РАН, 1924 г., 3.IX.1924 г.

В биосфере существует великая геологическая, быть может, космическая сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о Космосе, представлениях научных или имеющих научную основу.

Эта сила, по–видимому, не есть проявление энергии или новая особенная ее форма. Она не может быть во всяком случае просто и ясно выражена в форме известных нам видов энергии. Однако действие этой силы на течение энергетических земных явлений глубоко и сильно и должно, следовательно, иметь отражение, хотя и менее сильное, но несомненно и вне земной коры, в бытии самой планеты.

Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его, как существа общественного.

Проявление этой силы в окружающей среде явилось после мириада веков выражением единства совокупности организмов — монолита жизни — «живого вещества», — одной лишь частью которого является человечество.

Но в последние века человеческое общество все более выделяется по своему влиянию на среду, окружающую живое вещество. Это общество становится в биосфере, т.е. в верхней оболочке нашей планеты, единственным в своем роде агентом, могущество которого растет с ходом времени со все увеличивающейся быстротой. Оно одно изменяет новым образом и с возрастающей быстротой структуру самых основ биосферы.

Оно становится все более независимым от других форм жизни и эволюционирует к новому жизненному проявлению.

Автотрофность человечества. 1925, Тр. Биогеохим. лаборатор. М.; «Наука», 1980. Т. 16, с. 228.

1926 ГОД

Переживаемое нами время является удивительным временем в истории человечества. Сходного с ним приходится искать в далеких

столетиях прошлого. Это время интенсивной перестройки нашего научного миросозерцания, глубокого изменения картины мира.

Представление об окружающем, с которым человечество Запада вступило в XX век, несмотря на все успехи естествознания, математики, исторических наук, техники, которыми так ярко может характеризоваться XIX столетие, по существу, являлось результатом постепенного и неуклонного развития принципов и построений новой эпохи, ясно вылившейся в XVII столетии и подготовлявшейся в XVI, когда окончательно сказались в научной работе еще более ранние достижения Коперника[1] и путь, проложенный Колумбом, новая математика, новая философия, коренная ломка идей о строении и положении в мире человека.

XX век вносит со все увеличивающейся интенсивностью уже коренные изменения в миропонимание нового времени <...>

<...> Научная человеческая мысль могущественным образом меняет природу. Нигде, кажется, это не проявляется так резко, как в истории химических элементов в земной коре, как в структуре биосферы. Созданная в течение всего геологического времени, установившаяся в своих равновесиях биосфера начинает все сильнее и глубже меняться под влиянием научной мысли человечества. Вновь создавшийся геологический фактор — научная мысль — меняет явления жизни, геологические процессы, энергетику планеты. Очевидно, эта сторона хода научной мысли человечества является природным явлением <...>

Но научная мысль входит в природные явления не только своим отраженным проявлением.

В ней самой есть черты, только природным явлениям свойственные.

Прежде всего, это видно в том, что ходу научной мысли свойственна определенная скорость движения, что она закономерно меняется во времени, причем наблюдается смена периодов ее замирания и периодов ее усиления.

---

[1]Николай Коперник (19.02.1473, Торунь — 24.05.1543, Фромборк) — польский астроном, математик, экономист, каноник эпохи Ренессанса. Наиболее известен как автор гелиоцентрической системы мира, положившей начало первой научной революции.

Такой именно период усиления научного творчества мы и наблюдаем в наше время, в третий раз за последние три тысячелетия.

Во все такие периоды есть общие или характерные черты, связанные с чрезвычайной быстротой научного творчества, открывающего нетронутые раньше научной мыслью поля исследования. Научная работа этих эпох имеет яркий созидательный, а не разрушительный характер. Строится и созидается новое; оно для своего создания часто использует, перерабатывая до конца, старое <...>

Основным и решающим в этом созидании является открытие новых полей явлений, новых областей наблюдения и опыта, сопровождающееся огромным потоком новых эмпирических фактов раньше неведомого облика. Бурный рост нового в новых областях гасит в нашем умственном взоре значение старого.

Этот бурный поток нового, ускорение хода научных достижений — когда в немногие десятилетия достигается то, что обычно создается в столетия или в тысячелетия, — очевидно, является проявлением какой-то силы, связанной с духовной творческой энергией человека. Если нужна для нашего ума какая-нибудь аналогия этого природного процесса, мимо которого миллионы людей обычно проходят, его не замечая, — этой аналогией может быть взрыв.

Можно говорить о взрыве научного творчества, идущего в прочных и стойких, не разрушающихся рамках, заранее созданных.

Взрывы научного творчества, повторяющиеся через столетия, указывают, следовательно, на то, что через столетия повторяются периоды, когда скопляются в одном или немногих поколе-ниях, в одной или многих странах богато одаренные личности, те, умы которых создают силу, меняющую биосферу.

Их нарождение есть реальный факт, теснейшим образом связанный со структурой человека, выраженной в аспекте природного явления. Социальные и политические условия, позволяющие проявление их духовного содержания, получают значение только при его наличии <...> Появление пачками и сосредоточение в определенных поколениях умов, могущих создавать переворот в научных исканиях человечества, а следовательно, и в энергетике биосферы, не является

случайностью и, вероятно, связано с глубочайшими биологическими особенностями Homo sapiens <...>

Мы не видим нигде в этом строе, насколько мы изучаем эволюцию живого в течение геологического времени, поворотов и возвышений к старому, не видим остановок. Не случайно, связанно с предшествующими ему существами появился человек, и не случайную он производит работу в химических процессах биосферы <...>

Научное изучение прошлого, в то числе и научной мысли, всегда приводит к введению в человеческое сознание нового. Но в моменты перелома научного сознания человечества так, и только так, открываемое новое может являться огромной духовной ценностью в жизни человека.

Мысли о современном значении истории знаний. 1926. Избр. тр. по ист. и., с. 229.

Я думаю, что в ближайшие годы вопросы, связанные с потенциальными условиями человеческой жизни, как она определяется возможностями окружающий нас среды, примут еще большее, еще более злободневное значение. Неудержимым ходом не случайного, но закономерного роста научного мышления и волевого его проявления — научного искания — человек подходит к решению одной из величайших практических задач, какие, когда бы то ни было перед ними стояли — к независимому от всяких проявлений жизни и живого синтезу пищи. Едва ли темп идущего искания этой задачи приведет к ее решению позже времени наших внуков. Трудно учесть последствия этого открытия. Они должны быть сравнимы с величайшими изменениями жизни человечества — с влиянием открытия огня или земледелия. Но каковы бы они не были, неизбежно новая огромная сила будет в руках тех, в сердце которых лучше будет проявляться научная организация, в которой больше окажется высоко духовно одаренных, способных к творческой научной работе личностей. То, что будет произведено этим открытием, должно иметь глубокое отражение далеко за пределами человечества. Переход к синтетической пище будет равносилен разделению — впервые в мириаде веков — единого, неразрывно во всех своих частях связанного ствола жизни,

отщеплению от него освободившейся от общих уз части. Это факт геологического значения. Впервые в истории планеты создастся новый, третий тип организмов — автотрофное млекопитающее, каким явится новый человек <...> Разрешение этой проблемы — синтеза пищи из ее элементов — является одной из самых глубоких форм использования естественных производительных сил — перевода потенциальных возможностей в действенную, активную для человечества форму.

Очередные задачи в изучении естеств. произв. сил. Научный работник, 1926, № 7—8, с. 3—21.

1927 ГОД

За все годы XX столетия идет создание новых научных дисциплин — крупных и мелких — на всем протяжении науки.

Центром такого изменения в области наук о природе и наук математических явилась физика, отчасти связанная с ней астрономия. Здесь совершается такое изменение, что можно говорить о совершенно новой физике, о коренном переломе наших представлений о самых обычных, всем известных явлениях окружающего. В частности, изменение наших представлений об атоме вызвало создание новых о нем наук, наук, имеющих огромную литературу и собравших неисчислимое количество новых фактов, не существовавших поколение тому назад <...>

Под влиянием физики меняется химия, прежде всего, конечно, в областях физической химии. Здесь создаются неизбежно новые дисциплины, например, электронная химия или химия пленок. И в химии изменение представлений об атоме, еще более, чем в физике, вызывает создание новых химических наук. Оно здесь связано с новыми представлениями об основном содержимом химии — о химических элементах, отвечающих конкретно различным атомам. Создана радиохимия и еще более широкая научная дисциплина — геохимия. Геохимия, выросшая на физике и химии, сама вносит резкое измене-

ние в те области знания, с которыми она одновременно неразрывно связана, по сути своих проблем, в науке геологического и биологического характера. В настоящий момент исторического развития через нее передается в значительной, может быть, даже в главной, степени в эти огромные области науки то изменение научного мировоззрения и лика нас окружающей природы, которое создано новой физикой. Это делает особенно важным изучение геохимических проблем, придает им новое общее значение.

Значение геохимии увеличивается еще той связью, которую она имеет с другой областью знаний, могущественным образом изменяемой новой физикой, — с учением о Космосе, с новой астрономией и, в частности, с астрофизикой.

И в земной химии — в геохимии — и в мире Космоса мы имеем дело с одним и тем же миром атомов. И если, как это становится сейчас ясным, явления космической истории атомов значительно более общи, качественно и количественно более разнообразны, чем земной мир атомов, трудно представить себе, чтобы земной мир атомов не входил целиком в область атомных явлений, подлежащих изучению в новой космической физике и в космической химии, чтобы он заключал в себе что-нибудь по существу особое, не имеющее места в Космосе, помимо нашей планеты. В этом отношении изучение геохимии в данный момент хода мысли приобретает исключительный интерес. Ибо, с одной стороны, геохимия на каждом шагу сталкивается с данными новой атомной химии Космоса и переносит эти данные в цикл геологических явлений, с другой — открывает проявления таких свойств атомов, которых пока не можем касаться только в области земной химии. Это область явлений жизни, явлений биогеохимических. Связь их со строением атомов заставляет нас утверждать, что они не могут быть в Космосе свойственны только нашей планете <...>

Создание новых физико-химических научных дисциплин — часть большого общего явления в истории современной мысли. Все усиливаясь в темпе, тот же процесс наблюдается в области наук о человеке, в значительной мере в связи с тем же логическим явле-

нием — с охватом научной мыслью все новых и новых областей жизни и природы. Здесь это тесно связано с ростом цивилизации, с завоеванием человечеством всей поверхности планеты; так называемая всемирная история, отвечающая Европе и средиземноморскому культурному центру, уже явно не отвечает реальности, строится вселенская история, охватывающая всю планету. Неизбежно создается множество различных исторических наук, каждая из которых вызывает многочисленные <...> подразделения.

Так, одновременно с новыми научными дисциплинами, вызванными в физических науках великими открытиями конца XIX и начала XX века и подъемом критической мысли, облеченной в математическую форму, идет в области наук о человеке аналогичный процесс, вызванный историей человечества — стихийным процессом, независимым в своем развертывании от его мысли.

Новые дисциплины здесь создаются не только вовлечением новых этнических или социально-государственных образований в круг вселенской истории. Одновременно выявляется чрезвычайное углубление прошлого человечества, которое может быть охвачено нашей научной мыслью. Здесь возникают новые науки — палеоэтнология и палеоантропология; слагаются они на наших глазах, связаны с новыми методами искания, вносят огромный запас новых фактов в научную мысль.

Здесь сливаются науки о человеке и науки биологические, науки о природе. В этих областях в настоящее время идет интенсивная работа создания новых ассоциаций научного искания.

В этом движении мысли наиболее важным является, однако, не создание новых методов или новых научных дисциплин. Более важно наблюдаемое при этом изменение наук о человеке по существу, изменение их содержания. Важен все углубляющийся охват наук о человеке основным элементом естественнонаучного мышления — признанием закономерности исторических процессов, их теснейшей связи с историческим процессом природы, в данном случае — с изменением во времени нашей планеты.

Изучение истории человечества приводит к непреложному и чрезвычайно важному заключению, что цивилизованное человече-

ство является огромной новой геологической силой в истории планеты. Психозойская эра американского геолога Шухерта, действительно, должна быть выделена в истории нашей Земли, как новая грань, не менее важная, чем те, какие мы создаем на основании изучения форм живой природы с ходом геологического времени. С этой точки зрения чрезвычайно важны и интересны многочисленные, но не приведшие еще к конечному результату — к созданию новой научной дисциплины — попытки охвата техники, как естественно – исторического, закономерного процесса. Они сводятся к построению так называемой философии техники. К этим течениям подходят и некоторые направления экономической мысли, поскольку они связываются с изучением производительных сил, охваченных или могущих быть охваченными трудом и гением человечества.

Здесь новая наука — геохимия — теснейшим образом соприкасается с науками о человеке и вводит в эту область научных исканий достижения новой физики. Ибо, изучая историю атомов — химических элементов — в биосфере, геохимия на каждом шагу сталкивается с цивилизованным человечеством, как с новой геологической силой, меняющей, по-видимому, коренным образом извечный, стихийный ход геологических процессов. То, что особенно останавливает внимание геохимика, это — все увеличивающийся темп влияния человеческой жизни на земные химические процессы: невольно создается впечатление о возможном, в ходе времени, коренном их изменении под влиянием этой новой народившейся на нашей планете геологической силе.

Возможно, что с появлением цивилизованного человечества на нашей планете создалась сила, которая заставляет совсем иными путями двигаться геохимические планетные процессы.

Сила эта стихийная, так как она действует, проявляется в своих эффектах вне сознания творящего ее человечества. Она ставит перед нами новые вопросы величайшего и глубочайшего научного и философского интереса. Так как сейчас наиболее ярко и точно ее проявление может быть уловлено изучением геохимических фактов, значение геохимии в истории мысли становится в нашу эпоху чрезвычайно большим.

Впервые в научном охвате, исходя из этих эмпирических данных, встает перед нами старая философская проблема, проблема человеческого сознания. Ибо геохимия ставит вопрос: как может человеческое сознание менять природные процессы? Как и почему влияет человеческая мысль на их течение?

Мы вступаем в область, где до сих пор царила работа философской интуиции и философского логического размышления. Перед нами как бы открывается возможность подойти научным путем к выявлению механизма это влияния.

В истории человеческой мысли это явление совершенно новое, которое сулит нам большие неожиданности и открывает новые пути исканий. Особое значение оно приобретает вследствие своеобразного глубокого изменения, идущего как раз в это самое время в области физической мысли.

Война и революция, с одной мысли, взрыв научного творчества, с другой, вызвали давно небывалый подъем исканий и переживаний в области философской мысли. За короткий послевоенный период совершена огромная новая работа синтетической и критиче-ской мысли; глубоко пережито миллионами людей совершившееся. Рушатся старые идейные построения; на сцену выступают новые поколения с новой психикой. Складывается, особенно в молодых поколениях, новая философская мысль.

<...> Мы не знаем, во что выльется в человечестве этот подъем внимания к основным философским вопросам человеческого существования. Исторический опыт учит нас, что последствия таких эпох народов всегда стихийны и неожиданны для современников. Проникновение в эту область вопросов новой физики в форме геохимических проблем является не безразличным фактом в этом движении, так как оно ставит в философии в новых формах происшедшее и происходящее в физических науках коренное изменение.

Геохимия вносит существенно новое: вопросы человеческого сознания в своеобразном облике изменения им хода природных процессов <...>

Такое положение геохимии заставляет внимательно следить за ходом геохимической работы и за постановкой ее исследований в

каждой стране. В современной теснейшим образом сплетенной культурной жизни, ни одно государство и ни один народ без вреда для своего настоящего и будущего не могут долго остаться в стороне от крупных достижений и крупных исканий мировой мысли. Народ и государство тем сильнее, чем полнее и чем глубже представлены в его жизни и в его строе все разнообразные большие течения научной и философской мысли. Особенно очевидно, что это имеет место по отношению к таким их проявлениям, будущее развитие которых должно быть очень большим и которые затрагивают стороны жизни, связанные с насущными для человека источниками его силы и его могущества, с силами природы, которые он может и должен использовать.

Геохимия в Союзе. 1927 г. Наука и техника СССР. 1917—1927, т. 1, М.,1927.

1928 ГОД

Тот народ, который сумеет, возможно, полно, возможно быстро, возможно совершенно овладеть новым открывающимся в человеческой жизни знанием, совершенно развить его и приложить к своей жизни, — получит ту мощь, достижение которой и направление которой на общее благо является основной задачей всякой разумной государственной политики.

Задачи минералогии в нашей стране. 1928 г. Избр. соч.; т. IV, с. 9.

1930 ГОД

Научная творческая работа есть одна из главных, все растущих в своем значении форм общественной деятельности. Это зависит не только от того, что наука в своем проявлении есть социальное явление, но и от того, что реальное значение научной мысли неуклонно растет. Уже XIX век был веком знания, точного знания, положив-

шего начало материальной культуре нового человечества. Я говорю нового, ибо именно наука через технику спаяла в единое целое все человеческое население планеты и к нашему столетию поставила все вопросы жизни в планетном, как говорят, мировом аспекте. Реально только благодаря ей можно говорить о мировом хозяйстве, мировой науке, мировой политике... Будущее научной работы, как общественной работы, вскроется ближайшему поколению в еще небывалом размахе.

Памяти академика А.П.Павлова, 1930 г. Тр. по ист. науки в России. М., Наука, 1988, с. 309.

1932 ГОД

Мы переживаем не кризис, волнующий слабые души, а величайший перелом научной мысли человечества, совершающийся лишь раз в тысячелетия, переживаем научные достижения, равных которым не видели долгие поколения наших предков. Может быть, нечто подобное было в эпоху зарождения эллинской научной мысли, за 600 лет до нашей эры.

Стоя на этом переломе, охватывая взором раскрывающееся будущее — мы должны быть счастливы, что нам суждено это пережить, в создании такого будущего участвовать.

Мы только начинаем осознавать непреодолимую мощь свободной научной мысли, величайшей творческой силы Homo sapiens, человеческой свободной личности, величайшего нам известного проявления ее космической силы, царство которой впереди. Оно этим переломом негаданно быстро к нам придвигается.

Проблема времени в современной науке. 1932 г. Философские мысли, с. 255.

1933 ГОД

Медленным, тяжелым, точным, количественным учетом — прежде всего измерением — и не менее точным научным описанием окружающего двигается вперед наука, и естествознание в частности. Миллионы, невообразимое количество фактов охватываются удобными, для этого вновь создающимися, приемами. И только при углублении и учете так обработанного бесчисленного эмпирического материала — при максимальной точности и тонкости учета и описания — может наука двигаться вперед.

Только временами, в эпохи расцвета научной мысли, вскрываются новые возможности такого охвата научных фактов, бесчисленных явлений природы и превращения их этим путем в орудие проникновения в неизвестное — вскрываются новые области фактов.

Задачей науки — и каждого ученого, в ней работающего, когда время приспело для такой новой работы, — является энергично, настойчиво, непоколебимо, свободно, отбиваясь от всяких заглушений сторонней науке формой человеческого мышления — философской или религиозной, — идти вперед по открывающемуся пути <...>

Изучая неуклонно в течение долгой жизни бесконечную природу, бездонную реальность, охватывая и углубляясь в бесконечные факты, ученый ярче, чем кто-либо, может сознать невозможность охватить ее в простых и ясных словесных образах. Это чувство не имеет места у мыслителя, стоящего далеко от эмпирического установления научных фактов, от их собирания и сравнения. Эта невозможность связана с тем, что сам человек Homo sapiens faber, есть лишь переходная стадия эволюции форм живого вещества, тесно связанного с вечно изменчивой природой, в которой неразрывно и стихийно он сам и потенциально то новое будущее проявление жизни, которое его заменит, — будущий не Homo sapiens — проявляется.

В научной работе человек охватывает глубоко и полно реальность, только работая в эмпирических фактах и эмпирических обобщениях; такая работа вводит его в окружающую реальность глубже, чем всякая иная форма человеческого познания.

Очерки геохимии. 1933. Избр. соч., т. I, с. 294.

Я неизбежно и невольно задумываюсь — но не решаюсь набрасывать — над вопросами, выходящими за пределы научной работы, — над «Философскими мыслями натуралиста», которые хотелось написать после моей книги. Думаю, что не выдержу и буду набрасывать. Очень широко и много слежу за новым.

Из письма Б.Л.Личкову[1] от 22.X. 1933 г. Переписка, I, с. 96, 97.

Если доживу, займусь «Философскими мыслями натуралиста», и прежде всего точным анализом отношений между, наукой и философией, будущим человечества, эмпирическими обобщениями и эмпирической идеей и эмпирическим фактом и их отличием от философских...

Из письма к С.Ф.Ольденбургу[2] от 28.X.1933 г. ААН, ф. 308, оп. 3, п 106, л. 41.

1934 ГОД

Я много времени начинаю внутри себя отдавать этим более философским вопросам — не случайности того движения народных масс и исканий, которое тесно связано с тем движением, которое человеческая мысль (часть структуры биосферы — геохимически исключительная в наше время) открывает на геохимические процессы. Я думаю, уже сейчас научная мысль не может пойти назад, и устоят те формы общественной жизни, которые этому не противоречат.

Из письма Б.Л.Личкову, 15— 16.УШ. 1934 г. «Узкое». Переписка, I, с. 101.

---

[1]Борис Леонидович Личков (1888 — 20.10.1966) — украинский геолог.

[2]Сергей Фёдорович Ольденбург (14.09.1863, с. Бянкино Читинская обл. — 28.02.1934, Ленинград) — русский и советский востоковед, один из основателей русской индологической школы, академик РАН (1908), непременный секретарь Академии наук в 1904—1929. Министр народного просвещения Временного правительства (1917).

Кстати, около Коканда остатки обсерватории Улугбека[1], в то время (XIV—XV вв.) главной во всем мире, — до Тихо де Браге[2] — персидские астрономы. Полезно повидать: может быть, когда-нибудь то же будет с Гринвичем или Пулково? Я, лично, сейчас, на много столетий, по крайней мере, считаю это исключением, ибо думаю, мы приближаемся к критическому периоду в истории Homo sapiens — живем в психозойской эре, начавшейся за десятки тысяч лет. Но не решусь сказать, что это невозможно, как преходящая малая вещь в масштабе процесса.

Из письма Б.Л.Личкову от 24. VIII. 1934 г. «Узкое». Переписка, I, с. 103.

1936 ГОД

Мысль идет все вперед. И выясняется — вижу новое и важное в том, о чем думал и во что углублялся годами. Так и сейчас, у меня выясняется резкая разница в числах среднего состава горной породы, например, и живого вещества. Необходима поправка на биогеохимическую энергию 75 % массивных пород и 10^{-1} % живого вещества в земной коре — возможно, что по эффекту последнее несравнимо важнее. Для первого — в его проявлениях характерно геологическое время, и только в нем проявляются миграции элементов пород, для второго — историческое время, и в нем резко развиты миграции элементов живого вещества.

Из письма Б.Л.Личкову от 18.1.1936 г. Москва. Переписка, I, с. 166.

---

[1]Обсерватория Улугбека — одна из наиболее значительных обсерваторий средневековья, построенная Улугбеком на холме Кухак в окрестностях Самарканда в 1424—1428 гг.

[2]Тихо Браге (14.12.1546, Кнудструп, Дания —24.10.1601, Прага, Чехия) — датский астроном, астролог и алхимик эпохи Возрождения. Первым в Европе начал проводить систематические и высокоточные астрономические наблюдения, на основании которых Кеплер вывел законы движения планет.

2. МЫСЛИ О НООСФЕРЕ

1936 ГОД

...Жизнь отлична от косной материи и является огромным планетным явлением <...>

Основное реальное отличие открыто Пастером давно и перед смертью в блестящей речи еще раз им повторено. Это — открытая им диссимметрия <...>

Я принимаю идею Леруа[1] о ноосфере. Он развил глубже мою биосферу. Ноосфера создалась в постплиоценовую эпоху — человеческая мысль охватила биосферу и меняет все процессы по-новому, и в результате энергия, активная, биосферы увеличивается.

Из письма Б.Л.Личкову от 7.IX. 1936 г. Карслбад. Переписка, I, с. 181—182.

Как я Вам писал, я сильно продвинул свою книгу «Об основных понятиях биогеохимии»[2] вчерне написал Введение и весь план ее обдумал. Теперь надо писать, и я хочу это устроить, как главное свое дело. Очень многое я продумал, и выясняется многое. Ввожу новое понятие «ноосферы», которое предложено Леруа в 1929 году и которое позволяет ввести исторический процесс человечества как продолжение биогеохимической истории живого вещества. Выясняется резкое и непроходимое — для нашего современного состояния науки — материально–энергетическое различие живого вещества (resp. совокупности живых организмов) от косных естественных тел (resp. косного вещества биосферы).

Из письма Б.Л.Личкову от 15.XI. 1936 г. Переписка, I, с. 184, 185.

---

[1]Эдуард Леруа (1870—1954) — французский философ, представитель католического модернизма

[2][Идеи этой работы позднее были изложены в книге «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения». М., «Наука», 1965. — Прим. Ред.]

1937 ГОД

Я очень много думал над тем идеалом, который мы получаем в структуре ноосферы. Сейчас пишу — все же урывками, хотя и считаю эту свою работу делом жизни — «Об основных проблемах биогеохимии», к которой приложу несколько экскурсов, два из которых уже вошли в мой план.

1) О логике естествознания (которой еще нет или, вернее, которой есть несвязные и непродуманные до конца начатки, а между тем, их правильное понимание меняет, по существу, наши выводы). Биосфера есть «природа» для всех геологических и биологических в широком смысле наук, и множество выводов, которые правильны для всей природы, к ней подходят, например, энтропия, неизбежность физико-химических процессов в обратимой форме и т.п.; и

2) О добре и зле в конструкции науки. Мне кажется, что я смогу здесь не выходить — кроме критической части — за пределы науки, которая для меня является в своем историческом процессе прямым продолжением создания мозга — аппарата Homo sapiens, но развившейся в специальном процессе. Это — сила, превращающая биосферу в ноосферу.

Из письма Б.Л.Личкову от 25.1.1937 г. Москва. Переписка I, с. 188, 189.

В книге я хочу дать два больших экскурса — о логике описательного естествознания и научной этике <...> Научная этика может рассматриваться, конечно, и с точки зрения людских взаимоотношений — с точки зрения правильной жизни в ноосфере, но она может ставиться и в другом аспекте — нравственной жизни ученого. Эта личная этика — при признании ноосферы — получает очень глубокую и широкую базу.

Письмо И.М.Гревсу от 13.111.1937 г. Мочалов, с. 286.

Геологическая история планеты выражается до сих пор только качественно, в порядке времени: позже — раньше; история биосфе-

ры выражается в числах, в астрономических единицах времени, в секундах, в годах, в тысячелетиях. Мы живем в эпоху, когда человечество впервые охватило в бытии планеты всю Землю. Биосфера, как удачно выразился Ле–Руа, перешла в новое состояние — в ноосферу.

О значении радиогеологии для современной геологии. 1937. Избр. соч., т. I, с. 673

Я чувствую себя умственно совершенно свежим и «молодым», стараюсь не думать о моей книге, в частности, о ноосфере, хотя ясно вижу, что у меня идет глубокий подсознательный процесс, который неожиданно для меня вдруг вскрывается в отдельных заключениях, тезисах, представлениях. Я не допускаю себя об этом думать[1], читаю мало — газеты и мировое хозяйство и понемногу блестящий очерк английской книги Аттилио Гатти (великая матерь — лес), гилея Бельгийского Конго[2]. Мне кажется, она играла большую роль в истории зарождения ноосферы. Это больше роман, но действительность.

Письмо А.Е.Ферсману от 10.1X 1937 г. Письма, 1985, с. 186.

1938 ГОД

Я живу будущим, а не прошлым и уверен, сколько может быть уверен ученый, несмотря на все окружающее, в неизбежности создания ноосферы, которая даст лучшие условия жизни.

Письмо Б.Л.Личкову от 4.1 1938 г. Переписка, I, с. 213.

Наука есть природное явление, активное выражение геологического проявления человечества, превращающего биосферу в ноосферу.

---

[1][В конце августа В.И. заболел и ему было запрещено даже читать. — Прим. Ред.]

[2][Очевидно, В.И. читал книгу: Catti Attilo. Great Mother Forest (London, 1936). — Прим.Ред.]

Она в обязательной для всех форме выражает реальное ношение между человеческим живым существом — совокупности живых людей — и окружающей природой, в первую очередь ноосферой. Человек и его совокупности могут быть только мысленно из нее изъяты. Соотношение:

человечество  ноосфера
неразделько

Дневник от 29. V 1938 г. Мочалов, с. 313.

Естествознание есть одна из тех сил, которой человек переделывает биосферу — переводит ее в новое состояние, в ноосферу.

Из доклада 25/X 1938 г. О правизне и левизне. 1940. Кристаллография. Избр. тр. М.: Наука, 1988, с. 290.

Лично я считаю, что, несмотря на большие социальные изменения — основное связано с ростом точного знания. Это до сих пор не учитывается. <...> Я думаю, что история научного знания есть природный процесс — процесс создания новой геологической силы, превращающей биосферу в ноосферу.

Письмо к Н.М.Книповичу от 5.XI 1938 г. Мочалов, с. 318—319.

Основоположники социализма Сен–Симон[1] и Маркс[2] — ясно выдвинули неразрывную связь изучения науки и техники, как основу истории материальной и духовной культуры человечества. Мы переживаем в настоящее время движение естественноисторической мысли, идущей в том же направлении. История науки и техники, вместе взятые, может быть рассматриваема в геологии и биологии как история создания на нашей планете в биосфере новой геологиче-

[1]Анри Сен–Симон (17.10.1760, Париж—19.05.1825, Париж) — французский философ, социолог, известный социальный реформатор, основатель школы утопического социализма.

[2]Карл Генрих Маркс (5.05.1818, Трир — 14.03.1883, Лондон) — немецкий философ, социолог, экономист,писатель, политический журналист, общественный деятель.

ской силы — человеческого труда и мысли. Эта геологическая сила, медленно создававшаяся геологически длительно, в нашем столетии получила яркое проявление, и в наших глазах биосфера превращается, как выразились Ле–Руа и Тейьяр де Шарден[1], в ноосферу, т.е. охватывается научно-технической мыслью и переходит в новую геологическую стадию. Я считаю, что мы не можем в нашей работе не учитывать неизбежных тенденций будущего и с этой точки зрения отделять историю науки от истории техники.

Записка о необходимости продолжения изучения науки и техники. 1938 г.
Избр. тр. по ист. н., с. 296.

1940 ГОД

Правильно Ле Руа, как современное проявление эволюционного процесса, берет pensee или consience, т.е. проявление центральной нервной системы человека, охватывающего всю биосферу и переделывающего ее в ноосферу, как проявление миллиарды лет длящегося процесса.

Сознание — мысль человека — есть функция биосферы и проявление эволюционного процесса, т.е. планетное явление, не отделимое от ее материального бытия, так как явно связано с атомами.

Человеческий разум не есть венец сознания и выявления планетной силы, какой являются в свете эволюционного процесса его другие выявления.... [слово не разобрано. — Прим. Ред.] в этом смысле не есть фантазия, но есть вероятное явление.

Возможно, так же связаны с материальным субстратом (планетным?) высшие проявления pensee и consience.

У человека есть стороны развития нервной системы, которые дадут проявления в будущем в аспекте палеонтологического процесса.

[1]Пьер Тейяр де Шарден (1.05.1881, Овернь, Франция — 10.04.1955, Нью–Йорк, США) — французский теолог и философ, священник–иезуит, один из создателей теории ноосферы.

<18.VIII 1940 г. >

Мысль и сознание — то совершенно новое проявление живого вещества, которое, сперва без самооценки и самосознания, выявляют в жизненной группировке человеческих обществ — на наших глазах закончено захватом всей планеты человеком, сознается его единство и все увеличивающееся и все углубляющееся общение. Расстояния между людьми исчезают, связь между ними выявляется все более непрерывной и глубокой.

Единая организация всего человечества и организация для единого действия является идеалом в той обстановке, которую мы переживаем в данный момент, когда явно для всех ясной становится совершенно иная возможность всемирной организации всего человечества для безбедной жизни и для благоустройства биосферы, управления этой перестройкой — умом. Биосфера рано ли, поздно ли превратится в ноосферу.

Заметки. ААН, ф. 518, оп. 1, № 158.

Мне кажется, что индивидуальность в живом веществе в аспекте природы (биосферы) проявляется впервые только в человеке. Поэтому я считаю ошибкой, когда противопоставляют человека среде, так как о среде или о природе мыслят, как о чем-то изотропном, забывая, что живой организм и живое вещество живут в биосфере, от нее неотделимы и являются ее функцией, но ее в свою очередь создают.

Поэтому я думаю, что противопоставляя живой организм косным телам биосферы, я имею дело с совершенно другим явлением, чем, если я противопоставляю живое вещество биосфере.

Письмо Б.Л.Личкову от 5.I 1940 г. Переписка, II. С. 10—11

Биосфера — не есть «лик Земли» Эдуарда Зюсса, а есть обладающая определенной структурой — организованностью — геологическая оболочка, одна из ряда концентрических оболочек нашей планеты. Это та геологическая оболочка, которая охвачена проникающими из космических просторов радиациями. В геологическом

ходе времени лик Земли меняется — биосфера переходит через ряд состояний, отражая на себе эволюцию видов <...> Антропогенная эра А.П.Павлова есть проявление того же нового состояния биосферы, создания человечества в эволюции видов. Мы находимся в состоянии ноосферы.

Несколько слов памяти А.П.Павлова. 1940 г. Тр. по истории науки в России. М.: Наука, 1988. С. 304—314.

Несмотря на ужасы безумного самоистребления, и трат на это богатства, которое должно было бы идти на культуру, а не на варварство, — я смотрю вперед с большой уверенностью <...> Как раз сейчас я обдумываю одну из проблем биогеохимии — «О ноосфере».

Мне представляется неизбежным ее образование: переход биосферы — в ноосферу. Он подготовлялся сотнями тысяч поколений и не может быть изменен «случайностями» человеческой истории — отдельными личностями и течениями.

Письмо Н.Н.Лузину от 14.VII 1940 г. Мочалов, С. 342.

Я мало знаю Маркса, но думаю, что ноосфера всецело будет созвучна его основным выводам.

Образование ноосферы вне воли людей и не может быть оставлено человеческой историей: оно следствие неизбежного полного заселения всей планеты.

Письмо Б.Л.Личкову от 1.XI 1940 г. Переписка, II. С. 40.

1941 ГОД

Если мы говорим, что мы строим свое миропонимание научно, а не философски и не религиозной интуицией, не поэтическим вдохновением и не музыкальным самоуглублением, — это значит, что мы исходим из следующих положений, которые имеют характер аксиом:

Мы ограничены в наших научных представлениях научной работой прошлых поколений, в рамках которой мы неизбежно идем, на которую мы опираемся и корни которой идут в десятки тысяч лет в глубь от нашей жизни.

С каждым поколением эта зависимость от прошлого упрочняется и логически уточняется. За самые последние поколения мы явно входим в критический период усиления этого процесса, и научная работа становится проявлением геологической работы чело-вечества, [она] создает особое состояние геологической оболочки — биосферы, где сосредоточено живое вещество планеты — биосфера переходит в новое состояние — в ноосферу.

Ясным и как бы стихийным является для нас такой неожиданный по сути результат научной работы поколений. Он не зависит от воли отдельного исследователя и быстро растет в своей интенсивности с ходом времени.

Мы ясно видим (так стихийно, что это не требует от нас доказательств), что переживаемое нами состояние научного знания подготовлялось миллиардами лет бессознательного эволюционного процесса живого вещества биосферы.

Эта неразрывная связь с прошлыми поколениями все больше увеличивается, укрепляется и усложняется, становится все более глубокой, для нас врожденной и от нашего волевого проявления независимой. Это нам данный природный субстрат нашего мышления. В XX веке мы от него избавиться совсем не можем и это является одним из характернейших проявлений того взрыва научной мысли, который мы переживаем с начала XX века. Вредной, нереальной фикцией является столь часто наблюдаемое становление человеческой личности как свободной действенной силы в окружающей научной и философской среде. Особенно это относится к среде научной. Каждый ученый является сложным комком идей и знаний, в котором современное ему знание имеет иногда совершенно ничтожное место в его научных суждениях.

Заметка от 9. III 1941 г. Философ, мысли, с. 419—420.

Невольно мысль направляется к необходимости свободы мысли, как основной [составляющей], равноценной основной структуре социального строя, в котором личность не является распорядителем орудий производства. Равенство всех без этого невозможно. Но оно и невозможно без свободы мысли.

Наш строй это ярко показывает, когда миллионы людей превращены — «на время» — в заключенных, своего рода рабство.

В конце концов, великие идеи, [выросшие] в науке, искажаются.

Надо пересмотреть с этой точки зрения Маркса: он ясно видел, что мысль человека создает производительную силу.

Еще больше и глубже это проявляется в ноосфере. Но для этого необходимое условие — свобода мысли.

Дневник. 16.1 V 1941 г. Лит. газ., 16.111 1988 г.

В ноосфере, состояние которое мы начинаем переживать, дикие идеи гитлеризма могут быть только эфемерны <...>

Я уверен, что попытка Гитлера[1] повернуть естественноисторический процесс ноосферы безнадежна.

Письмо К.К.Жирову, 9.VII 1941 г. Мочалов, с. 348.

Я смотрю в ближайшее будущее — в создание «ноосферы» — очень оптимистично, но это не фатализм, а эмпирический вывод.

Письмо Б.Л.Личкову. 27.VII 1941 г. Переписка, II. С. 67—68.

Мы знаем об окружающем только по таким фальсифицированным данным. Надо вносить поправку — из гущи жизни и (своего) жизнен-

[1]Адольф Гитлер (20.04.1889, Рансхофен, Австрия — 30.04.1945, Берлин, Германия) — основоположник и центральная фигура национал-социализма, основатель тоталитарной диктатуры Третьего рейха, вождь (фюрер) Национал–социалистической немецкой рабочей партии (с 29.07.1921 г.), рейхсканцлер Германии (с 30.01.1933 г.), фюрер и рейхсканцлер Германии (со 2.08.1934 г.), верховный главнокомандующий вооружёнными силами Германии во Второй мировой войне.

ного опыта: охвата происходящего, сознательно и глубоко переживаемого с 1873 г. (если не раньше) по 1941 г. — больше 60–ти лет.

Ноосфера, в которой мы живем, — является основным регулятором моего понимания окружающего.

Если правительство не сделает грубой ошибки — гибель гитлеризма в ближайшее время неизбежна и быстра — [займет] немногие месяцы.

Дневник. 30 VII 1941 г. Лит. газ., 16.III 1988 г.

Сегодня я ярко чувствую «мировой» стихийный процесс — зарождение в буре и грозе ноосферы.

Дневник. 26.VIII 1941 г. Лит. газ., 16.III 1988 г.

Ярко переживаем все происходящее. Я смотрю на все с точки зрения ноосферы и думаю, что в буре и грозе, в ужасе и страданиях стихийно родится новое прекрасное будущее человечества.

Письмо А.Е.Ферсману. 28.XII 1941 г. Письмо, с. 211.

1942 ГОД

Мы живем в эпоху примата науки над философией. Больше того, мы подходим к новой эре в жизни человечества и жизни на нашей планете вообще, когда точная научная мысль как планетная сила выступает на первый план, проникая и изменяя всю духовную среду человеческих обществ, когда ею охватываются и изменяются техника жизни, художественное творчество, философская мысль, религиозная жизнь. Это явилось неизбежным следствием — впервые на нашей планете — захвата все растущими человеческими обществами, как единого целого, всей поверхности Земли. Этим путем геологическая поверхностная ее оболочка, область жизни — биосфера быстро переходит в новое состояние — ноосферу, резко геологически этим путем меняется с помощью научно направляемого разума человека,

человек в ней становится геологической (планетной) силой, в таком масштабе в истории нашей планеты небывалой.

Время философии в будущем. Оно наступит тогда, когда философия переработает огромный, бурно растущий научный материал научно установленных фактов и научных эмпирических обобщений, непрерывно увеличивающийся и современной философии уже в значительной мере чуждый. И как раз в переживаемый нами период такого роста научной творческой мысли оригинальная творческая работа философии в XX в. ослабла, несравнима по своей глубине и охвату с научным творчеством.

16 лет назад, в 1926 г. я сравнил этот рост научной мысли со взрывом, и сейчас я мог бы это сделать с еще большей уверенностью. Человек в наше время переживает такое состояние научного творчества, какое повторяется в его истории раз–два в тысячелетие.

С небывалой быстротой растет наша точная научная мысль и бросает в единую, охватывающую все человечество, духовную атмосферу массу новых, точных знаний о природе, о нашей планете... Резко меняется и наше представление о реальности... с числом-символом, как бы независимым от окружающей человека природы проявлением чистого мышления и речи. Это, с одной стороны, область анализа (арифметика и алгебра), а с другой стороны, связанная с пространством внешней природы и телом человека, обработанная его мыслью окружающая его материальная и энергетическая среда — внешний и внутренний мир — область геометрии.

Одно и то же природное явление может быть независимо охвачено обоими этими направлениями творческой математической мысли.

Область анализа более широка, чем область геометрии, и охватывает все, что охватывает мышление и речь. Мыслящий человек есть мера всему. Он есть огромное планетное явление.

В точном эмпирическом знании вопрос о реальном природном значении анализа не проявлялся. Лишь в философских и мистических исканиях была об этом временами речь. Натуралист может с этим, пока, по крайней мере, не считаться.

О геологическом значении симметрии. 1941—1942 гг. Философ, мысли, с. 274—276.

Ноосфера — то будущее, которое геологически неизбежно моим внукам и правнукам.

Письмо дочери Н.В.Толль[1]. 30.IV 1942 г. Мочалов, с. 369.

Геологическая роль человека выявляется его разумом и его техникой и может быть рассматриваема как все более и более сознательное изменение им окружающей природы, ее им переработки. В связи с этим можно выразить происходящий процесс как процесс изменения жизнью и трудом человека биосферы, перевод ее в ноосферу, то есть в область жизни, управляемую разумом.

«Мысли натуралиста об организации славянской научной работы на фоне мировой науки». 5.VI 1942 г. Кабинет–музей В.И.Вернадского

Мы живем в замечательное геологическое время в истории нашей планеты — антропогенной эре (А.П.Павлов), когда стихийно в течение миллионов лет человек — с остановками, но неуклонно, в последние столетия все быстрее, становится геологической силой, меняющей лик нашей планеты. От нас зависит сделать стихийный процесс сознательным, превратить область жизни — биосферу в царство разума — в ноосферу (Леруа).

Эту цель должны поставить себе ученые нашей страны, когда после изгнания гитлеровских варваров перед нами станет во всей его сложности вопрос о быстром восстановлении производительных сил нашей страны.

Небывалая по разрушительности и жестокости война требует небывалых мер быстрого восстановления разрушенных материальных и духовных ценностей <...>

Но предварительно мы должны быстро создать у себя мощный современный центр научной работы, отвечающий научной работе XX века.

Материальные средства, которые на это пойдут, быстро окупятся.

В альбом А.Г.Вологдина. 28.XII 1942 г. Мочалов, с. 353.

---

[1]Нина Владимировна Вернадская–Толль (1898—1985) — советский врач–психиатр, дочь В.И.Вернадского

1943 ГОД

Известия по радио показывают начало развала немцев. Будут изгнаны. Трудно охватить все последствия. Начало ноосферы. Это хочется изложить.

Дневник. 23.I 1943 г. Мочалов, с. 351.

Слово «ноосфера» создано учеником Бергсона Леруа в 1927 году, который принял мое понятие о биосфере в лекциях в College de France. Сейчас, когда на арену выступили интересы народных масс, а не отдельных семейств или лиц, исторический процесс хода истории явно становится естественноисторическим процессом. Это — его исторический субстрат.

Письмо Г.В.Вернадскому. 24.VI 1943 г. Мочалов, с. 360.

В последней главе моей книги «О химическом строении биосферы и ее окружения» я касаюсь вопроса о «ноосфере», об особом ее состоянии, которое предопределяет наше будущее, и потому я смотрю без сомнения на лучшее будущее после победы. Впервые в истории человечества интересы народных масс, а не отдельных классов или лиц, явились идеологической основой государственной и социальной работы.

Впервые человек охватил весь земной шар; может жить где угодно, носиться с быстротой молнии, передвигаться сотнями километров в час. Человек в ноосфере становится геологической силой.

Непонятно при этом, каким образом может человеческий разум изменять ход природных явлений.

Письмо И.Ю.Крачковскому. 2.VII 1943 г. ААН, ф. 1026, оп. 3, д. 221, л. 16.

Сейчас в ноосфере, мне кажется, я подошел к субстрату исторического процесса. Сейчас отдал в печать сжатое: изложение основных идей в виде статьи «Несколько слов о ноосфере». Посылаю тебе копию. Статья будет напечатана в ближайшем № «Успехов биологии». О ноосфере более подробно, если мне только суждено дожить до этого, и о связи ее с историческими науками, я буду говорить в последней части моей книги.

Письмо Г.В.Вернадскому. 22.XII 1943 г. Мочалов, с. 380—381

1944 ГОД

145. Биосфера не есть только так называемая область жизни. Это резко сказывается в ее веществе. Вещество ее состоит из семи глубоко разнородных частей, геологически не случайных. Во–первых, из совокупности живых организмов, живого вещества, рассеянного в мириадах особей,, непрерывно умирающих и рождающихся колоссальной действенной энергией (биогеохимической энергией) и являющихся могучей геологической силой, нигде на планете больше не существующей, связанной с другим веществом биосферы только биогенной миграцией атомов. Концентрация живым веществом определенных химических элементов в биосфере есть, по–видимому, ее господствующий — биогенный — геологический процесс.

Во–вторых, мы имеем дело с веществом, создаваемым и перерабатываемым жизнью, т.е. с живыми организмами, с биогенным веществом, источником чрезвычайно мощной потенциальной энергии (каменный уголь, битумы, известняки, нефть и т.д.). Живые организмы в нем после его образования геологически малодеятельны.

В–третьих, мы имеем вещество, образуемое процессами, в которых живое вещество не участвует: косное вещество, твердое, жидкое и газообразное, из которых только газообразное и жидкое (и дисперсное твердое) являются на поверхности биосферы носителями свободной энергии.

Четвертая часть вещества — это биокосное вещество, которое создается одновременно живыми организмами и косными процессами, представляя динамические равновесные системы тех и других. Таковы вся океаническая и почти вся другая вода биосферы, нефть, почва, кора выветривания и т.д. Организмы в них играют ведущую роль. Эти биокосные организованные массы являются сложными динамическими равновесными, в которых резко проявляется геохимическая энергия живого вещества — биогеохимическая энергия.

Мы увидим, что различие между живым и косным веществом планеты лежит очень глубоко, что никогда живое вещество в миллиарды лет не образуется из косного, что нигде мы не видим ни следа

абиогенеза, т.е. образования живого вещества непосредственно из косного. Оно обладает способностью, чрезвычайно сильно выраженной, размножаться, связано с косным только дыханием и питанием — биогенной миграцией атомов, выявляется поколениями. Можно думать, во всяком случае можно принимать за научную гипотезу, что различие между ними лежит глубже геометрического различия, в особом состоянии пространства—времени, нигде на нашей планете, кроме биосферы, не встречаемого.

В–пятых, вещество, находящееся в радиоактивном распаде в форме немногих относительно прочных радиоактивных элементов, причина распада которых нам неизвестна и может быть — это есть общее свойство всех химических элементов в меньшей степени. Мы здесь имеем дело с химическими элементами сложного изотопного состава, проникающими все вещество биосферы и идущими вглубь, на глубину, нам неизвестную. Это вещество, в такой форме дисперсно рассеянное, является одной из самых мощных сил, меняющих всю энергетику биосферы (как и более глубоких оболочек). С другой стороны, все вещество биосферы и, по–видимому, только биосферы, проникнуто шестой формой вещества — рассеянными атомами, которые непрерывно создаются из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений, непрерывно охватывающих планету, по–видимому, из просторов Млечного пути. Изотопический характер этих рассеянных элементов неизвестен, по-видимому, это отдельные изотопы. Точное определение атомного веса их изотопов есть ближайшая научная задача дня.

Наконец, седьмым типом земного вещества является вещество космического происхождения, среди которого мы можем различить, с одной стороны, отдельные атомы и, может быть, даже молекулы, входящие в ионосферу из электромагнитного поля Солнца, а, с другой стороны, проникновение потока отдельных атомов и молекул, приходящих к нам из космических пространств, может быть из того облака космической пыли, которое охватывает всю нашу Солнечную систему.

Вторым типом космического вещества, непрерывно проникающим в поле тяготения и магнитное поле нашей планеты, является

космическая пыль, падающие звезды, болиды и метеориты, непрерывно попадающие в биосферу.

Мы не имеем пока сколько-нибудь точного количественного представления об этом процессе, но, весьма вероятно, он может не влиять на массу нашей планеты, так как Земля непрерывно теряет атомы и молекулы — мелкую пыль, уходящую в космические просторы вопреки чисто абстрактному представлению о скорости отлета или ускользания, связанной с массой нашей планеты. В области стратосферы мы видим сложное движение разреженных масс и нельзя рассматривать эти сложные движения только как проявления всемирного тяготения. Здесь проявляется резко не только поле тяготения, но и магнитное поле этих верхних геологических оболочек нашей планеты. Вполне возможно, что мы имеем здесь не динамическое равновесие. Вещество планеты в ходе геологического времени не меняется. Планета наша столько же получает вещества, сколько его отдает.

Живое и биокосное вещество встречается на нашей планете только в биосфере, биогенное господствует в стратисфере <...>

В геологии жизнь проявляется только в виде живого вещества. Необходимо в точной научной геологической работе с этим считаться. В религиозном, в философском и даже в обыденном понятия — жизнь и живое вещество — не совпадают, иногда резко. С этим мы не будем считаться и в геологии будем говорить только о живом веществе в том понимании, которое здесь дано.

Этим, мне кажется, логически точно и строго определяется понятие жизни до конца, поскольку она проявляется в геологических процессах. В него при этом не входит целый ряд представлений и следствий, которые в обыденном языке скрытно связываются с пониманием жизни и которые под влиянием религиозных и философских представлений проникают в научную биологическую литературу и особенно в область гуманитарных наук, когда говорят о жизни.

Проявления человеческого разума и направляемые им геологически важные его результаты, его наука и техника в первую очередь, целиком укладываются в понятие человеческого живого

вещества, так определенного, и не требуют для себя никаких дополнительных гипотез, поскольку мы имеем дело с геологическими процессами.

Переход биосферы в ноосферу открывает особую геологическую эру в истории нашей планеты — антропологическую эру, названную так А.П.Павловым (1854—1929), восстановившим старую идею Л.Агассиса (1807—1873), опиравшегося только на палеонтологические данные и говорившего о «геологической эре человека», Агассис не сознавал эволюционного процесса живого вещества. Не сознавал его и Бюффон (1707—1788), тоже выдвигавший эру человека как последнего творения.

Почти одновременно с Павловым, от него независимо Le Conte в Калифорнии и К.Шухерт в Новой Англии назвали ту же эру «психозойской». Последнее название, может быть, более точно выражает это явление — начало ноосферы.

Когда натуралист говорит о космической жизни, он может понимать ее только в том же самом смысле, который здесь указан, т.е. делает допущение о существовании живого вещества вне пределов Земли, на других планетах. Пока научно мы идти дальше не можем, кроме указаний на существование жизни в земных планетах. И, с другой стороны, мы видим в нашей социальной среде проявление — стихийное стремление — для некоторых личностей в реальных мечтаниях и действиях вырваться из нашей планеты, проникнуть конкретно на построенных ими аппаратах за пределы Земли, в другие миры Космоса. Это стихийное стремление, надо здесь думать, рано или поздно выльется в фактические результаты. <...>

146. Больше 10 лет тому назад, в 1931 г., я остановился в докладах в Ленинградском обществе естествоиспытателей, в Обществе испытателей природы в Москве и в Академии наук в Ленинграде на том противоречии, которое резко выявляется в структуре научной работы и в научной концепции Вселенной, из нее вытекающей. Я тогда говорил: «Переворот, совершающийся в нашем XX в. в физике, ставит в научном мышлении на очередь пересмотр основных биологических представлений. По–видимому, он впервые позволя-

ет в строго научной концепции мироздания поставить в Космосе на подобающее место явления жизни. Впервые в течение трех столетий вскрывается возможность преодолеть созданное ходом истории мысли глубочайшее противоречие между научно построенным Космосом и человеческой жизнью — между пониманием окружающего нас мира, связанным с человеческим сознанием, и его научным выражением. С XVI в. это противоречие проникает всю нашу умственную жизнь и глубочайшим образом на каждом шагу нами ощущается. Его последствия неисчислимы».

За это последнее десятилетие в этой области знания сделаны большие успехи, и явления жизни выявились как планетный процесс на нашей Земле с большей, чем тогда, яркостью. Можно сказать, что за эти годы нам впервые выявились, с одной стороны, основные черты хода жизненных процессов на нашей планете в течение геологического времени, а с другой стороны, мы сейчас впервые можем утверждать научно, несомненно с большей определенностью, существование биосферы и вне нашей планеты, на земных планетах — Марсе и Венере, по крайней мере.

Картина, которая при этом выясняется, несомненно, не отвечает тому большому месту, которое научные дисциплины биологических наук, и особенно наук гуманитарных, т.е. наук о человеке, занимают в структуре науки XX в. Но это последнее теснейшим образом связано с резким изменением, с научной поправкой наших неправильных представлений о положении человека на нашей планете, следовательно, в Космосе, сейчас меняющихся. Ибо, как мы увидим, исторически, т.е. в ходе геологического времени в своей жизни человек подошел к резкому изменению понимания своего положения на нашей планете вследствие перехода ее в новое состояние, в ноосферу. В ноосфере геологическая роль человека ведущая.

В этих новых условиях главная геологическая сила человечества строится ростом той части гуманитарных наук, которые связаны с науками о природе, с математикой и науками техническими. В них, можно сказать, стихийно идет быстрое создание новых научных дисциплин.

147. Как часть планетного земного живого вещества мы инстинктивно и бессознательно ярко чувствуем загадку жизни — своего существования и существования жизни. Я бы сказал, что это самое глубокое проявление самосознания, когда мыслящий человек пытается определить свое место не только на нашей планете, но и в Космосе. Научным эмпирическим путем он приходит к сознанию единства всего живого — от микробов (и даже вирусов) и до человека — и к невозможности сомнения в существовании вплоть до микробов таких проявлений сознательности, какие мы резко научно выявляем от невидимых простым глазом инфузорий и до человека включительно. Перед нами в течение тысяч поколений стоит загадка неразрешенная, но принципиально разрешимая — загадка жизни.

Это загадка жизни для нас, но не в окружающей нас реальности. Она указывает только на непонимание нами реальности. Поэтому, мне кажется, остается чувство неудовлетворения и стремление искать большее, когда перед нами вскрывается новая и простая научная схема хода жизни на нашей планете и в Космосе в аспекте геологического времени, как это имеет место сейчас в палеонтологии. <...>

148. Мы живем в исключительное время в истории нашей биосферы, в психозойскую эру, когда создается новое ее состояние — ноосфера и когда геологическая роль человека начинает господствовать в биосфере и открываются широкие горизонты его будущего развития. Это связано, прежде всего, с тем, что человек закончил впервые в своей истории заселение планеты. В XX в. впервые не осталось места на земном шаре, куда не ступала нога человека, и он добился таких условий, при которых он всюду может жить и развиваться с комфортом в случае надобности. И, с другой стороны, одновременно создание и развитие авиации позволили человеку проникнуть, правда, сперва только в нижние слои стратосферы, и развитие техники позволило подойти реально к веществу нижней границы биосферы.

Одновременно с этим, используя радиоволны, человек может говорить, слышать и вскоре сможет видеть то, что совершается за

тысячи километров от его места обитания. Пути сообщения сокращают и в ближайшем будущем, несомненно, сократят до минимума время переездов. Реально начинает рассчитывать человек о выходе в космическое пространство.

Это явилось следствием мощного развития научной мысли, научного исследования и охваченной наукой техники и труда человеческих обществ. И здесь человек находится только на первых ступенях своего развития. Лишь социальная отсталость мешает проявиться совершенствующемуся перевороту в его реальной силе.

Уже более чем два столетия, особенно в XX в., народные массы выступили сознательно на политическую социальную арену, явились политической силой, и идея равенства всего человечества и равноправия черных, желтых, красных и белых рас пустила глубокие корни в общее и научное сознание мира.

Одной из предпосылок современного переворота явилась свобода научной мысли и научного искания, освобождение ее в значительной степени от давления религиозных, философских и политических построений и создание в общественном и государственном строе условий, благоприятных для свободной научной мысли.

Но далеко еще не существуют условия, вполне благоприятствующие росту научного знания и связанных с этим его приложений.

Стало ясным и все больше проникает в сознание человечества, что перед ним сейчас имеется полная реальная возможность не допустить недоедания и голодания, нищеты и чрезвычайно ослабить болезни, продолжить до максимума длительность человеческой жизни. Но борьба за это, открывающееся перед человечеством новое будущее далеко не закончилась, и пройдет все же несколько, вероятно, немного поколений, пока оно неизбежно, как природный стихийный процесс ярко выявится в ноосфере в действительности.

Мы видим, что с каждым поколением темп движения к неизбежному будущему единого человечества, охватывающего всех потомков Homo sapiens, единого вида, в котором потерялись в сотне, если не больше тысяч поколений когда-то существовавшие особи других родов человека, увеличивается.

Это движение началось миллионы лет тому назад, в конце третичного времени. В наших представлениях об эволюционном процессе живого вещества мы недостаточно учитываем реально существующую направленность эволюционного процесса. <...>

<...> Жизнь — живое вещество — поистине является одной из самых могущественных геохимических сил нашей планеты, а вызываемая ею биогенная миграция атомов представляет форму организованности первостепенного значения в строении биосферы.

На суше, в окружающем нас воздухе, мы встречаемся с поясами ландшафтов, с геохорами. В разных геохорах химический состав живого населения резко различен, и, по-видимому, без вмешательства человека это различие было бы более резким, чем теперь, когда девственная природа исчезла или исчезает на всей поверхности планеты. Это — резкое проявление биогеохимической функции человека и перехода биосферы в ноосферу. С каждым поколением этот процесс идет быстрее, и вместо девственной природы создано измененное человеческой культурой живое вещество, созданы новые формы культурных животных и растений и быстро исчезают прежние обитатели суши. Эти последние сохраняются уже и теперь, по крайней мере для больших организмов все более и более часто, только в резервах, заповедниках, зоологических садах.

С химической точки зрения, совокупности культурных растений, а также стада культурных животных отличаются большей простотой состава, так как на культурных полях исчезают даже сорняки.

А число исчезнувших или ставших редкими диких животных все увеличивается, заменяется новыми культурными созданиями, более близкими химически между собой, число родов которых сильно уменьшено по сравнению с исчезнувшими из памяти человека и ставшими редкими.

Культурные земли сейчас покрывают почти всю поверхность суши, и остатки так называемой дикой девственной природы отходят на второй план. Уже давно культурные расы вытеснили прежних крупных млекопитающих. Урожаи культурных растений и скопления культурных животных достигают максимальных величин, раньше небывалых.

Процесс этот начался раньше двадцати тысяч лет тому назад и в XX столетии достиг максимума, временно за последнее двадцатилетие разрушаемого безумными войнами и убийствами. Мы как раз сейчас переживаем такой момент разрушительной мировой войны. Но эти, в сущности, по сравнению с грандиозностью биосферы мелкие явления не могут остановить процесс, который подготовлялся миллиардами лет. В бурях и в грозе зарождается ноосфера.

Учитывая все эти изменения и новые культурные явления, мы видим, что в нашу эпоху лик Земли, живое его население резко меняется и создаются в биосфере новые геохоры. Биосфера переходит в ноосферу.

Нечего говорить, что такое изменение природы есть геологический факт и культурные виды животных и растений имеют для нас тот же самый и, пожалуй, больший интерес, чем дикая живая природа. Тем более что их биогеохимическое значение увеличивается за счет дикой природы. Их химический состав и вес иной, чем их предков. Но в этом вопросе о весе и массе живого вещества мы также напрасно обращаемся к агрономической и зоотехнической литературе. Особенно бедна зоотехническая литература. Большие организмы хотя и взвешиваются, но средний вес биометрически правильный, нам почти неизвестен, за исключением рыб. Химический же состав больших культурных млекопитающих мало обращал на себя внимание.

Такое состояние наших знаний о весе культурного и дикого живого вещества должно быть принимаемо во внимание в тех данных о биогеохимической энергии размножения и роста, которые я в дальнейшем привожу.

Я не сомневаюсь, что время возьмет свое и биологи должны будут учитывать важный фактор — биогеохимическую энергию для решения чисто биологических вопросов как теоретического, так и прикладного значения.

149. Но в этом процесс образования ноосферы не кончается. Изменяется под влиянием деятельности человека жизнь гидросферы, Всемирного Океана, где, как мы знаем, сосредоточена главная масса живого вещества. Океан десятки тысяч лет тому назад давал пищу

и создавал культуру для тысяч поколений приморского населения. Но силы человека, использовавшего живые богатства океана, были долгие поколения ничтожны перед мощью жизни в океане. Прошли десятки тысячелетий, прежде чем они стали заметными. С конца XIX столетия, со времени развития парового судоходства и захвата в конце XVIII в. исследованием всех океанов, когда выявилась гидросфера как единое целое, создания целых промысловых флотов для улова морских млекопитающих, птиц, рыб, ракообразных и т.п., с одной стороны, а с другой — широкого развития искусственного рыборазведения, организации устричных банок, картина жизни океанов начала быстро меняться. Веками су-ществовавшие богатые места улова начали истощаться, и потребовалось международное соглашение и организация охраны для правильной эксплуатации морских богатств. Эти процессы выдержали варварские войны 1914—1918 и 1939 гг., продолжаются и сейчас.

Из книги «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения», 1939—1944 гг. М.: Наука, 1987 г.

На будущее я смотрю очень оптимистично. Ноосфера есть реальная вещь.

Письмо Б.Л.Личкову. 2.II 1944 г. Мочалов, с. 376.

Ход истории пошел к объединению человечества, к ноосфере — будущему единству человеческой организации как единой планетной действенной структуре.

Хронология. 16.II 1944 г. Мочалов, с. 388.

Для меня ясно, что ноосфера есть планетное явление, и исторический процесс, взятый в планетном масштабе, есть тоже геологическое явление.

Письмо Г.В.Вернадскому от 11.IV 1944 г. Мочалов, с. 382.

Я очень рад, что ты очень ярко и просто выразил мою мысль о ноосфере как синтезе природного и исторического процесса.

Ему же, от 11.VII 1944 г. Мочалов, с. 382.

В образной, художественной форме, как основную жизненную цель научного знания, Гете всего ярче выразил плод своего жизненного опыта во второй части «Фауста» (1830—1831). Высший смысл жизни Фауста он видел в овладении природой, силами науки для блага народных масс, в создании наукой, я бы сказал языком XX века, ноосферы.

Это казалось ему основной государственной задачей, которая для государственных деятелей его времени реально в таком виде почти не существовала.

Мысли и замечания о Гете как натуралисте. Тр. по всеобщ, ист. н. с. 273.

Привожу в порядок архив и подготовляю канву для «Пережитого и передуманного» <...> Хотелось бы эту работу закончить и больше прожить в ноосфере.

Письмо Н.В.Вернадской-Толль от 13.IV 1944 г. Мочалов, с. 382.

НЕСКОЛЬКО СЛОВ О НООСФЕРЕ [1]

Мы приближаемся к решающему моменту во второй мировой войне. Она возобновилась в Европе после 21–годового перерыва, в 1939 г., и длится в Западной Европе пять лет, а у нас, в Восточной Европе, три года. На Дальнем Востоке она возобновилась раньше — в 1931 г. и длится уже 13 лет.

В истории человечества и в биосфере вообще война такой мощности, длительности и силы — небывалое явление. К тому же ей предшествовала тесно с ней связанная причинно, но значительно менее мощная, первая мировая война с 1914 по 1918 г.

В нашей стране эта первая мировая война привела к новой — исторически небывалой — форме государственности не только в области экономической, но и в области национальных стремлений.

С точки зрения натуралиста (а думаю, и историка) можно и должно рассматривать исторические явления такой мощности как единый большой земной геологический, а не только исторический процесс.

Первая мировая война 1914—1918 гг. лично в моей научной работе отразилась самым решающим образом. Она изменила в корне мое геологическое миропонимание.

В атмосфере этой войны я подошел в геологии к новому для меня и для других и тогда забытому пониманию природы — к геохимическому и к биогеохимическому, охватывающему и косную и живую природу с одной и той же точки зрения[2].

---

[1]К этой работе, опубликованной в 1944 г. в журнале «Успехи современной биологии», т. XVIII, вып. 2, с. 113—120, автор дал следующее примечание: «В третьей части моей подготовляемой к печати книги «Химическое строение биосферы Земли как планеты и ее окружения» я касаюсь вопроса о ноосфере более подробно». Однако В.И.Вернадский не успел осуществить это намерение.

[2]Любопытно, что я столкнулся при этом с забытыми мыслями оригинального баварского химика Х. Шенбейна (1799—1868) и его друга, гениального английского физика М. Фарадея (1791 — 1867). В начале 1840–х годов Шенбейн печатно доказывал, что в геологии должна быть создана новая область—геохимия, как он ее тогда же назвал (см.: В. Вернадский. Очерки геохимии. 4-е изд. М.; Л., 1940, с. 14, 290).

Я провел годы первой мировой войны в непрерывной научно-творческой работе; неуклонно продолжаю ее в том же направлении и до сих пор.

28 лет назад, в 1915 г., в Российской Академии наук в Петрограде была образована академическая «Комиссия по изучению производительных сил» нашей страны, так называемый КЕПС (председателем которого был я), сыгравшая заметную роль в критическое время первой мировой войны. Ибо для Академии наук совершенно неожиданно в разгаре войны выяснилось, что в царской России не было точных данных о так называемом теперь стратегическом сырье, и нам пришлось быстро сводить воедино рассеянные данные и быстро покрывать недочеты нашего знания[1].

Подходя геохимически и биогеохимически к изучению геологических явлений, мы охватываем всю окружающую нас природу в одном и том же атомном аспекте. Это как раз — бессознательно для меня — совпало с тем, что, как оказалось теперь, характеризует науку XX в. и отличает ее от прошлых веков. XX век есть век научного атомизма.

Все эти годы, где бы я ни был, я был охвачен мыслью о геохимических и биогеохимических проявлениях в окружающей меня природе (в биосфере). Наблюдая ее, я в то же время направил интенсивно и систематически в эту сторону и свое чтение, и свое размышление.

Получаемые мною результаты я излагал постепенно, как они складывались, в виде лекций и докладов в тех городах, где мне пришлось в то время жить: в Ялте, в Полтаве, в Киеве, в Симферополе, в Новороссийске, в Ростове и других.

Кроме того, всюду — почти во всех городах, где мне пришлось жить,— я читал все, что можно было в этом аспекте, в широком его понимании, достать.

Стоя на эмпирической почве, я оставил в стороне, сколько был в состоянии, всякие философские искания и старался опираться только на точно установленные научные и эмпирические факты и обоб-

[1]О значении КЕПС см.: А. Е. Ферсман. Война и стратегическое сырье. Красноуфимск, 1941, с. 48.

щения, изредка допуская рабочие научные гипотезы. Это надо иметь в виду в дальнейшем.

В связи со всем этим в явления жизни я ввел вместо понятия «жизнь» понятие «живого вещества», сейчас, мне кажется, прочно утвердившееся в науке. «Живое вещество» есть совокупность живых организмов. Это не что иное, как научное, эмпирическое обобщение всем известных, легко и точно наблюдаемых бесчисленных, эмпирически бесспорных фактов.

Понятие «жизнь» всегда выходит за пределы понятия «живое вещество» в области философии, фольклора, религии, художественного творчества. Это все отпало в «живом веществе».

В гуще, в интенсивности и в сложности современной жизни человек практически забывает, что он сам и все человечество, от которого он не может быть отделен, неразрывно связаны с биосферой — с определенной частью планеты, на которой они живут. Они геологически закономерно связаны с ее материально-энергетической структурой.

В общежитии обычно говорят о человеке как о свободно живущем и передвигающемся на нашей планете индивидууме, который свободно строит свою историю. До сих пор историки, ученые гуманитарных наук, а в известной мере и биологи, сознательно не считаются с законами природы биосферы — той земной оболочки, где может только существовать жизнь. Стихийно человек от нее неотделим. И эта неразрывность только теперь начинает перед нами точно выясняться.

В действительности ни один живой организм в свободном состоянии на Земле не находится. Все эти организмы неразрывно и непрерывно связаны — прежде всего, питанием и дыханием — с окружающей их материально-энергетической средой. В не ее в природных условиях они существовать не могут.

Замечательный петербургский академик, всю свою жизнь отдавший России, Каспар Вольф (1734—1794) в год Великой французской революции (1789) ярко выразил это в книге, напечатанной по-немецки в Петербурге «Об особенной и действенной силе, свойственной рас-

тительной и животной субстанциям»[1]. Он опирался на Ньютона, а не на Декарта, как огромное большинство биологов в его время.

Человечество как живое вещество неразрывно связано с материально- энергетическими процессами определенной геологической оболочки земли с ее биосферой[2]. Оно не может физически быть от нее независимым ни на одну минуту.

Понятие «биосферы», т.е. «области жизни», введено было в биологию Ламарком (1744—1829), в Париже в начале XIX в., а в геологию Э.Зюссом (1831 —1914) в Вене в конце того же века.

В нашем столетии биосфера получает совершенно новое понимание. Она выявляется как планетное явление космического характера.

В биогеохимии нам приходится считаться с тем, что жизнь (живые организмы) реально существует не только на одной нашей планете, не только в земной биосфере. Это установлено сейчас, мне кажется, без сомнений пока для всех так называемых «земных планет», т.е. для Венеры, Земли и Марса[3].

В Биогеохимической лаборатории Академии наук в Москве, ныне переименованной в Лабораторию геохимических проблем, в сотрудничестве с академическим же Институтом микробиологии (директор — член–корр. Академии наук Б.Л.Исаченко) мы поставили проблему о космической жизни еще в 1940 г. как текущую научную задачу[4]. В связи с военными событиями эта работа была приостановлена и будет возобновлена при первой возможности.

---

[1] C.Wolf. Von d. eigenthiiml. Kraft d. vegetabl., sowohl auch d. animal. Substanz als Erlauterung zwei Preisschriften uber d. Nutrionskraft. Pet., 1789. К сожалению, до сих пор оставшиеся после К. Вольфа рукописи не изучены и не изданы. В 1927 г. Комиссией по истории знаний при Академии наук СССР эта задача была поставлена, но не могла быть доведена до конца.

[2] О биосфере см.: В.Вернадский. Очерки геохимии. 4–е изд. М.; Л., 1940, указатель; Биосфера. II, 1926, Париж, 1929.

[3] См. мою статью: Геологические оболочки Земли как планеты.— Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геоф., 1942, 6, с. 251. См. также: И. Spencer Jones.Liie on other worlds. N. Y., 1940; R. Wildt.– Proc. Amer. Philos. Soc., 1939, 81, p. 135. Перевод последней книги, к сожалению, неполный (что не оговорено), помещен в нашем Астрономическом журнале, 1940, вып. 5, 17, с. 81 и сл.). Сейчас вышла в свет новая книга Вильдта «Geochemistry and the atmosphere of Planets», 1942 К сожалению, она еще до нас не дошла.

[4] См. мою статью «Геологические оболочки и т.д.».

В архивах науки, в том числе и нашей, мысль о жизни, как о космическом явлении существовала уже давно. Столетия назад, в конце XVII в., голландский ученый Христиан Гюйгенс (1629—1695) в своей предсмертной ра-боте, в книге «Космотеорос», вышедшей в свет уже после его смерти, научно выдвинул эту проблему. Книга эта была дважды, по инициативе Петра I, издана на русском языке под заглавием «Книга мирозрения» в первой четверти XVIII в.[1]. Гюйгенс в ней установил научное обобщение, что «жизнь есть космическое явление, в чем–то резко отличное от косной материи». Это обобщение я назвал недавно «принципом Гюйгенса».

Живое вещество по весу составляет ничтожную часть планеты. По–видимому, это наблюдается в течение всего геологического времени, т.е. геологически вечно.

Оно сосредоточено в тонкой, более или менее сплошной, пленке на поверхности суши в тропосфере в лесах и в полях, и проникает весь океан. Количество его исчисляется долями, не превышающими десятых долей процента биосферы по весу, порядка, близкого к 0,25%. На суше оно идет не в сплошных скоплениях на глубину в среднем, вероятно, меньше 3 км. Вне биосферы его нет.

В ходе геологического времени оно закономерно изменяется морфологически. История живого вещества в ходе времени выражается в медленном изменении форм жизни, форм живых организмов, генетически между собой непрерывно связанных, от одного поколения к другому, без перерыва.

Веками эта мысль поднималась в научных исканиях; в 1859 г. она, наконец, получила прочное обоснование в великих достижениях Ч.Дарвина (1809—1882) и А.Уоллеса (1823—1913). Она вылилась в учение об эволюции видов — растений и животных, в том числе и человека.

Эволюционный процесс присущ только живому веществу. В косном веществе нашей планеты нет его проявлений. Те же самые минералы и горные породы образовывались в криптозойской эре,

[1] Следовало бы ее переиздать на русском языке с комментариями.

какие образуются и теперь Исключением являются биокосные природные тела, всегда связанные так или иначе с живым веществом.

Изменение морфологического строения живого вещества, наблюдаемое в процессе эволюции, в ходе геологического времени, неизбежно приводит к изменению его химического состава. Этот вопрос сейчас требует экспериментальной проверки. Проблема эта поставлена нами в план работ 1944 г. совместно с Палеонтологическим институтом Академии наук.

Если количество живого вещества теряется перед косной и биокосной массами биосферы, то биогенные породы (т.е. созданные живым веществом) составляют огромную часть ее массы, идут далеко за пределы биосферы.

Учитывая явления метаморфизма, они превращаются, теряя всякие следы жизни, в гранитную оболочку, выходят из биосферы. Гранитная оболочка Земли есть область былых биосфер. В замечательной по многим мыслям книге Ламарка «Hydrogeologie» (1802) живое вещество, как я его понимаю, являлось создателем главных горных пород нашей планеты. Ж.Б.Ламарк де Монне (1744—1829) до самой смерти не принимал открытий Лавуазье (1743— 1794). Но другой крупнейший химик Ж.Б.Дюма, его младший современник (1800—1884), много занимавшийся химией живого вещества, долго держался представлений о количественном значении живого вещества в строении горных пород биосферы.

Младшие современники Ч.Дарвина — Д.Д.Дана (1813—1895) и Д.Ле-Конт (1823—1901), два крупнейших североамериканских геолога (а Дана к тому же минералог и биолог), выявили еще до 1859 г. эмпирическое обобщение, которое показывает, что эволюция живого вещества идет в определенном направлении.

Это явление было названо Дана «цефализацией», а Ле-Контом «психозойской эрой». Д.Д.Дана, подобно Дарвину, пришел к этой мысли, к этому пониманию живой природы во время своего кругосветного путешествия, которое он начал через два года после возвращения в Лондон Ч.Дарвина, т.е. в 1838 г., и которое продолжалось до 1842 г.

Нельзя здесь не отметить, что экспедиция, во время которой Дана пришел к своим выводам о цефализации, о коралловых островах и т.д., фактически исторически тесно связана с исследованиями Тихого океана — океаническими путешествиями русских моряков, главным образом Крузенштерна (1770— 1846). Изданные на немецком языке, они заставили американца Джона Рейнольдса (адвоката) добиваться организации такой же американской первой морской научной экспедиции. Он начал добиваться этого в 1827 г., когда появилось описание экспедиции Крузенштерна на немецком языке. Только в 1838 г., через одиннадцать лет, благодаря его настойчивости, эта экспедиция состоялась. Это была экспедиция Уилькиса Вилькес , окончательно доказавшая существование Антарктики.

Эмпирические представления о направленности эволюционного процесса — без попыток теоретически их обосновать — идут глубже, в XVIII в. Уже Бюффон (1707—1788) говорил о царстве человека, в котором он живет, основываясь на геологическом значении человека.

Эволюционная идея была ему чужда. Она была чужда и Л. Агассицу (1807—1873), введшему в науку идею о ледниковом периоде. Агассис жил уже в эпоху бурного расцвета геологии. Он считал, что геологически наступило царство человека, но из богословских представлений высказывался против эволюционной теории. Ле–Конт указывает, что Дана, стоявший раньше на точке зрения, близкой к Агассицу, в последние годы жизни принял идею эволюции в ее тогда обычном, дарвиновском понимании. Разница между представлениями о «психозойской эре» Ле–Конта и «цефализацией» Дана исчезла.

К сожалению, в нашей стране особенно, это крупное эмпирическое обобщение до сих пор остается вне кругозора биологов.

Правильность принципа Дана (психозойская эра Ле-Конта), который оказался вне кругозора наших палеонтологов, может быть легко проверена теми, кто захочет это сделать, по любому современному курсу палеонтологии. Он охватывает не только все животное царство, но ярко проявляется и в отдельных типах животных.

Дана указал, что в ходе геологического времени, говоря современным языком, т. е. на протяжении двух миллиардов лет, по крайней мере, а наверное много больше, наблюдается (скачками) усовершенствование — рост — центральной нервной системы (мозга), начиная от ракообразных, на которых эмпирически и установил свой принцип Дана, и от моллюсков (головоногих) и кончая человеком. Это явление и названо им цефализацией. Раз, достигнутый уровень мозга (центральной нервной системы) в достигнутой эволюции не идет уже вспять, только вперед.

Исходя из геологической роли человека, А.П. Павлов (1854—1929) в последние годы своей жизни говорил об антропогенной эре, нами теперь переживаемой. Он не учитывал возможности тех разрушений духовных и материальных ценностей, которые мы сейчас переживаем вследствие варварского нашествия немцев и их союзников, через десять с небольшим лет после его смерти, но он правильно подчеркнул, что человек на наших глазах становится могучей геологической силой, все растущей.

Эта геологическая сила сложилась геологически длительно, для человека совершенно незаметно. С этим совпало изменение (материальное прежде всего) положения человека на нашей планете.

В XX в. впервые в истории Земли человек узнал и охватил всю биосферу, закончил географическую карту планеты Земли, расселился по всей ее поверхности. Человечество своей жизнью стало единым целым. Нет ни одного клочка Земли, где бы человек не мог прожить, если бы это было ему нужно. Наше пребывание в 1937—1938 гг. на плавучих льдах Северного полюса это ярко доказало. И одновременно с этим благодаря мощной технике и успехам научного мышления, благодаря радио и телевидению человек может мгновенно говорить в любой точке нашей планеты с кем угодно. Перелеты и перевозки достигли скорости нескольких сотен километров в час и на этом они еще не остановились.

Все это результат цефализации Дана (1856), роста человеческого мозга и направляемого им его труда.

В ярком образе экономист Л.Брентано иллюстрировал планетную значимость этого явления. Он подсчитал, что если бы каждому

человеку дать один квадратный метр и поставить всех людей рядом, они не заняли бы даже всей площади маленького Боденского озера на границе Баварии и Швейцарии. Остальная поверхность Земли осталась бы пустой от человека. Таким образом, все человечество, вместе взятое, представляет ничтожную массу вещества планеты. Мощь его связана не с его материей, но с его мозгом, с его разумом и направленным этим разумом его трудом.

В геологической истории биосферы перед человеком открывается огромное будущее, если он поймет это и не будет употреблять свой разум и свой труд на самоистребление.

Геологический эволюционный процесс отвечает биологическому единству и равенству всех людей — Homo sapiens и его геологических предков Sinanth ropus и др., потомство которых для белых, красных, желтых и черных рас, любым образом среди них всех развивается безостановочно в бесчисленных поколениях. Это закон природы. Все расы между собой скрещиваются и дают плодовитое потомство.

В историческом состязании, например в войне такого масштаба, как нынешняя, в конце концов побеждает тот, кто этому закону следует. Нельзя безнаказанно идти против принципа единства всех людей как закона природы. Я употребляю здесь понятие «закон природы», как это теперь все больше входит в жизнь в области физико-химических наук как точно установленное эмпирическое обобщение.

Исторический процесс на наших глазах коренным образом меняется. Впервые в истории человечества интересы народных масс всех и каждого и свободной мысли личности определяют жизнь человечества, являются мерилом его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого.

Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера».

В 1922—1923 гг. на лекциях в Сорбонне в Париже я принял как основу биосферы биогеохимические явления. Часть этих лекций была напечатана в моей книге «Очерки геохимии».

Приняв установленную мною биогеохимическую основу биосферы за исходное, французский математик и философ бергсонианец Е. Ле Руа в своих лекциях в Коллеж де Франс в Париже ввел в 1927 г. понятие «ноосферы» как современной стадии, геологически переживаемой биосферой. Он подчеркивал при этом, что он пришел к такому представлению вместе со своим другом, крупнейшим геологом и палеонтологом Тельяром де Шарден, работающим теперь в Китае.

Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более и более широкие творческие возможности. И, может быть, поколение моей внучки уже приблизится к их расцвету.

Здесь перед нами встала новая загадка. Мысль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор научно не разрешен. Его поставил впервые, сколько я знаю, американский ученый, родившийся во Львове, математик и биофизик Альфред Лотка. Но решить его он не мог.

Как правильно сказал некогда Гёте (1749—1832), не только великий поэт, но и великий ученый, в науке мы можем знать только, как произошло что-нибудь, а не почему и для чего.

Эмпирические результаты такого «непонятного» процесса мы видим кругом нас на каждом шагу.

Минералогическая редкость — самородное железо — вырабатывается теперь в миллиардах тонн. Никогда не существовавший на нашей планете самородный алюминий производится теперь в любых количествах. То же самое имеет место по отношению к почти бесчисленному множеству вновь создаваемых на нашей планете искусственных химических соединений (биогенных культурных минера-

лов). Масса таких искусственных минералов непрерывно возрастает. Все стратегическое сырье относится сюда.

Лик планеты биосфера химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды.

В результате роста человеческой культуры в XX в. все более резко стали меняться (химически и биологически) прибрежные моря и части океана.

Человек должен теперь принимать все большие и большие меры к тому, чтобы сохранить для будущих поколений никому не принадлежащие морские богатства.

Сверх того человеком создаются новые виды и расы животных и растений.

В будущем нам рисуются как возможные сказочные мечтания: человек стремится выйти за пределы своей планеты в космическое пространство. И, вероятно, выйдет.

В настоящее время мы не можем не считаться с тем, что в переживаемой нами великой исторической трагедии мы пошли по правильному пути, который отвечает ноосфере.

Историк и государственный деятель только подходит к охвату явлений природы с этой точки зрения. Очень интересен в этом отношении подход к этой проблеме, как историка и государственного деятеля, Уинстона С. Черчилля (1932).

Ноосфера — последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории, состояние наших дней. Ход этого процесса только начинает нам выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах.

Приведу несколько примеров. Пятьсот миллионов лет тому назад, в кембрийской геологической эре, впервые в биосфере появились богатые кальцием скелетные образования животных, а растений больше двух миллиардов лет тому назад. Это кальциевая функция живого вещества, ныне мощно развитая, была одной из важнейших эволюционных стадий геологического изменения биосферы.

Не менее важное изменение биосферы произошло 70-110 млн. лет тому назад, во время меловой системы и особенно третичной. В эту эпоху впервые создались в биосфере наши зеленые леса, всем нам родные и близкие. Это другая большая эволюционная стадия, аналогичная ноосфере. Вероятно, в этих лесах эволюционным путем появился человек около 15-20 млн. лет тому назад.

Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу. Мы вступаем в нее в новый стихийный геологический процесс в грозное время, в эпоху разрушительной мировой войны.

Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере.

Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим.

АВТОТРОФНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

I

В биосфере существует великая геологическая, быть может космическая, сила, планетное действие которой обычно не принимается во внимание в представлениях о космосе, представлениях научных или имеющих научную основу.

Эта сила, по–видимому, не есть проявление энергии или новая особенная ее форма. Она не может быть во всяком случае просто и ясно выражена в форме известных нам видов энергии. Однако действие этой силы на течение земных энергетических явлений глубоко и сильно и должно, следовательно, иметь отражение, хотя и менее сильное, но несомненно и вне земной коры, в бытии самой планеты. Эта сила есть разум человека, устремленная и организованная воля его как существа общественного. Проявление этой силы в окружающей среде явилось после мириада веков выражением единства совокупности организмов — монолита жизни — «живого вещества», одной лишь частью которого является человечество.

Но в последние века человеческое общество все более выделяется по своему влиянию на среду, окружающую живое вещество. Это общество становится в биосфере, т. е. в верхней оболочке нашей планеты, единственным в своем роде агентом, могущество которого растет с ходом времени со все увеличивающейся быстротой. Оно одно изменяет новым образом и с возрастающей быстротой структуру самых основ биосферы. Оно становится все более независимым от других форм жизни и эволюционирует к новому жизненному проявлению.

II

Человек, несомненно, неразрывно связан с живым веществом, с совокупностью организмов, одновременно с ним существующих или существовавших до него. Прежде всего он связан с ними своим происхождением.

Как бы далеко мы ни углубились в прошлое, мы можем быть уверенными, что встретим в нем живые поколения, несомненно генетически связанные одни с другими.

Мы, без сомнения, встретим в этом прошлом много более 10 000 последовательных поколений, от отца к сыну, вида Homo sapiens, которые по существу своему не отличаются от нас ни своим характером, ни своей внешностью, ни полетом мысли, ни силой чувств, ни интенсивностью душевной жизни. Более 200 поколений уже сменили друг друга со времени зарождения в человеческом обществе великих построений религии, философии и науки. Несколько сотен поколений нас отделяют от эпохи, в которую появились первые зародыши человеческого искусства, музыки, мифов, магии, из которых выросли религия, наука, философия.

Но происхождение человека таится еще в более отдаленных глубинах времени. След предков теряется во мраке неизвестности. Их формы, их организмы были иные, чем наши, но главный факт — последовательная смена поколений, материально связанных, от матери к сыну — остался незыблемым. Наша связь с этими существами, на нас не похожими, самая реальная, какая только возможна. Их прошлое существование не есть фикция.

Как бы далеко наша мысль или наши научные исследования ни уходили в геологическое прошлое Земли, мы констатируем то же явление существования в земной коре единого целого жизни, ее непрерывного и единого проявления. Мы видим жизнь, которая извека в своих неделимых погасает и вновь сейчас же зажигается.

Около сотни поколений сменили друг друга с той поры, как мысль великих греков остановилась перед этим явлением, произведшим на нее впечатление самой глубокой космической тайны. Эта загадка осталась для нас, далеких потомков этих людей, одаренных

могучей, проникающей мыслью, столь же неразрешенной, какой была для них.

Около десяти поколений до нас великий флорентийский натуралист Ф.Реди (1626—1698), врач, поэт, человек высокой духовной культуры, первый высказал новую мысль, которая, вероятно, от времени до времени приходила в голову одиноким мыслителям прошлых поколений, но оставалась скрытой. Эта революционная идея была высказана, но не охватила умы людей того времени. Они, очевидно, не были подготовлены к ее восприятию. Ф.Реди утверждал: всякий живой организм происходит от другого живого же организма. Мысль эта была выражена этими словами другим итальянским натуралистом — А.Валлисниери (1661—1730) — через одно поколение после Ф.Реди.

Принцип Реди вошел в научное сознание лишь в XIX в., почти через девять поколений после его смерти. Его окончательно ввел в наше построение космоса Л.Пастер (1822—1895), великий француз, человек родственного умственного и душевного склада с Ф.Реди.

Без сомнения, нужно представлять себе в геологии человечество в виде миллионов последовательных поколений существ, следующих друг за другом от матери к сыну без перерыва, существ, морфология и функции которых от времени до времени подвергались резкому изменению. Очень вероятно, что продолжительность жизни наших далеких предков была короче нашей. Учет времени по последовательности поколений человека и его предков приводит нас к невероятным числам, превышающим наше воображение.

III

Западное человечество последовало по пути, раскрытому для мысли Ф.Реди и Л.Пастером, лишь неохотно и с большим усилием. Идеи о вечности жизни, отрицание ее начала, мысль о непереходимом — в аспекте известных физико–химических явлений — различии, существующем между косной и живой материей, были в полнейшем противоречии с навыками его мысли, с его мировоззрением.

Идеи о начале и конце видимого космоса, всего материального мира, так же как о реальном единстве всего существующего, оставили глубокий след на его умственном складе.

Самозарождение, т. е. генезис живого организма за счет косной материи, без посредства другого живого организма, многим ученым все еще кажется логично необходимым; он им кажется неизбежным следствием из геологической истории нашей планеты, необходимым для научного объяснения жизни. С глубокой верой высказывались и высказываются убеждения, что прямой синтез организма из его материальных элементов должен быть необходимым завершением развития науки. Не сомневаются в том, что был момент (если, впрочем, этот процесс не имеет места и в наше время), в который организм зародился в земной коре в силу самопроизвольного изменения косной материи.

Нужно не терять из виду, что эти воззрения коренятся не в научных фактах, но в построении религии и философии. Конечно, возможно, что они соответствуют реальности. Нельзя их считать научно опровергнутыми. Но ничто не указывает на их вероятность. Ничто также не указывает на то, что проблема самозарождения не принадлежит к тому же ряду исканий, как и задача о квадратуре круга, о трисекции угла, о perpetuum mobile, о философском камне[1]. Стремление разрешить все эти проблемы было не бесплодно, оно имело очень важные последствия. Оно привело к великим новым открытиям, но самые проблемы оказались нереальными.

Оставаясь на почве науки, мы должны признать, что:

1) нигде и ни в каких явлениях, происходящих или когда-либо имевших место в земной коре, не было найдено следов самозарождения жизни;

[1]Квадратура круга, трисекция угла — две знаменитые задачи древности (построение квадрата, равновеликого данному кругу, и разделение угла на три равные части), над которыми безуспешно бились столетиями. В XIX в. доказана невозможность их решения при помощи циркуля и линейки. Столь же нереальными оказались поиски perpetuum mobile (вечного двигателя) и философского камня — некого препарата для превращения неблагородных металлов в золото и серебро, получения эликсира бессмертия и т. д.

2) жизнь, какой она нам представляется в своих проявлениях и в своем количестве, существует непрерывно со времени образования самых древних геологических отложений, со времени архейской эры;

3) нет ни одного организма среди сотен тысяч различных изученных видов, генезис которого не отвечал бы принципу Реди.

Если самозарождение жизни не фикция, созданная нашим умом, оно может осуществляться лишь вне области известных нам физико–химических явлений. Лишь открытие каких–либо неожиданных явлений могло бы нам доказать его реальность, как открытие радиоактивности доказало потерю веса материи и разрушение атома, которые могут проявляться лишь вне области физико–химических явлений, до той поры изученных.

В настоящее время мы не можем с научной точки зрения рассматривать жизнь на нашей планете иначе, как выражение единого явления, существующего без перерыва со времени самых древних геологических эпох, следы которых мы можем изучать. В течение всего этого времени живое вещество было резко отделено от косной материи. Человек неразрывно связан в одно целое с жизнью всех живых существ, существующих или когда–либо существовавших.

IV

Человек связан с этим целым еще благодаря питанию. Эта новая связь, как бы она ни была тесна и необходима, совсем иного порядка, чем непрестанное чередование поколений живых существ. Эта связь не есть тот глубокий природный процесс неизменный и необходимый для жизни, который выражен принципом Реди.

Правда, что эта связь составляет часть великого геохимического явления — круговорота химических элементов в биосфере, вызванного питанием организованных существ. Однако связь эта может быть изменена, не затронув стойкости жизненного целого. В палеонтологической истории биосферы существуют серьезные указания на то, что аналогичное измерение имело уже место в эволюции, некоторых групп бактерий, невидимых и мельчайших существ, обладающих, однако, огромной геохимической силой. Зависимость человека от живо-

го целого благодаря его питанию определяет все его существование. Изменение режима — в случае, если бы это произошло, — имело бы огромные последствия. В настоящее время основным фактом жизни являются неизбежность и возможность, свойственная человеку, строить и поддерживать существование и неприкосновенность своего тела только усвоением других организмов или продуктов их жизни. Химические соединения, созданные таким путем в земной коре, ему нужны и необходимы для его существования, но человеческий организм не может их сам производить. Он должен их искать в окружающей среде, уничтожать другие существа или использовать их биохимическую работу. Он умирает, если не находит в земной коре других живых существ, которыми мог бы питаться.

Очевидно, что вся жизнь человека, весь его социальный уклад в течение всего хода истории определяются этой необходимостью. В конце концов именно это неукротимое стремление управляет миром человека, строит и всю его историю, и все его существование. Последним фактором является неумолимый голод, который становится беспощадной движущей силой социального строя общества. Общественное равновесие поддерживается лишь неустанным трудом, и оно всегда неустойчиво. Большие перевороты в общественных строях, ошибки, совершенные на этой почве, всегда приводили к ужасающим последствиям. В данном аспекте наша цивилизация всегда находится на краю пропасти. В настоящее время сотни тысяч людей умирают или прозябают в России вследствие недостатка питания, а миллионы других — больше 10—15 млн. — стали жертвами совершенных социальных ошибок.

Никогда прежде непрочность человеческого существования не была настолько ясна и призрак упадка и даже падения человечества не был настолько ясно запечатлен в потрясенных душах...

V

Недавно — менее пяти поколений отделяют нас от этого времени — человек начал понимать ту внутреннюю и социальную структуру живого комплекса, к которому он принадлежит. До настояще-

го времени последствия этой структуры — огромные социальные и политические последствия — еще не проникли в его рассудок. Это ясно видно из наблюдения состояния текущих социальных идей, которые распространяются вокруг нас и которые двигают миром. Эти идеи остаются в своем основании вне настоящей науки. Они являются выражением прошлого точных наук. Они соответствуют науке, которая была сто лет назад.

Пока прогресс науки XIX и XX вв. до сих пор имел лишь слабое влияние на современную социальную мысль. Точные же науки преобразовываются полностью, и их антагонизм с идеями прошлого становится все больше и больше. Не только массы, но и их предводители и сами их вдохновители принадлежат по своему разуму и научному багажу к стадиям, давно превзойденным научной эволюцией.

В современной общественной и социальной конструкции человечество в большей степени управляется идеями, которые уже более не соответствуют реальности и выражают состояние ума и научные знания поколений, исчезнувших в прошлом. Глубокое изменение социальных и политических идей, происшедшее вследствие новых достижений, колоссально, и это уже начинают видеть. Проблемы питания и производства должны быть пересмотрены. Вследствие этого обязательно наступит переворот в самих социальных принципах, управляющих общественным мнением. Медленное проникновение научных достижений в жизнь и в научную мысль является обычной и общей чертой истории науки.

Новые основы нашего современного представления о питании были заложены быстрым темпом — в течение немногих лет — к концу XVIII в. благодаря усилиям небольшой избранной кучки людей, оставшихся не признанными и не понятыми своими современниками.

Это были лорд Х.Кавендиш[1] в Лондоне — самый богатый человек страны, мизантроп и научный аскет; А.Л.Лавуазье — финансист и экспериментатор, глубокий и ясный мыслитель, убийство которого является незабываемым стыдом для человечества; Ж.Пристли[2] —

[1]Кавендиш Генри (1731—1810) — английский химик и физик.

[2]Пристли Джозеф (1733—1804) — английский философ, химик, физик.

пламенный теолог и английский радикал, преследуемый и непонятый, случайно избегнувший смерти, когда фанатичная толпа сожгла и уничтожила его дом, его лабораторию, его рукописи; он вынужден был покинуть свою родину; Т. де Соссюр — женевский аристократ, представитель семьи, в которой высокая научная культура была наследственной; Ж.Ингенгауз[1] — глубокий натуралист и голландский врач, который, потому что был католиком, не мог создать себе положение на родине и работал в Вене и в Англии. За ними последовало множество исследователей во всех странах.

Через одно или два поколения, около 1840 г., идеи этих пионеров окончательно проникли в науку и были выражены с большей энергией и полнотой в Париже Ж.Буссенго и Ж.Дюма и в Германии, в Гиссене, Ю.Либихом. Достижения огромной важности были результатом труда этих людей.

VI

Живое единое целое — монолит жизни — мир организмов биосферы по своим функциям и по положению в земной коре оказался двойственным.

Существование большей части живого вещества, мира зеленых растений, находится в зависимости лишь от косной материи; этот мир независим от других организмов. Зеленые растения сами могут вырабатывать вещества, необходимые для их жизни, пользуясь косными, с жизнью не связанными химическими продуктами земной коры. Они заимствуют газы и водные растворы из окружающей среды и сами строят бесчисленные азотистые и углеродные соединения, сотни тысяч различных тел, входящих в состав их тканей. Немецкий физиолог В.Пфеффер[2] назвал организмы, обладающие этими свойствами, автотрофными, потому что они в своем питании ни от кого не зависят. Гетеротрофными он назвал те организмы, которые в

[1]Ингенгауз (Ингехауз) Ян (1730—1799) — голландский естествоиспытатель и врач.

[2]Пфеффер Вильгельм Фридрих Филипп (1845—1920) — немецкий ботаник–физиолог, занимался проблемами энергетики и обмена веществ у растений.

своем питании зависят от существования других организмов, пользуются их химическими продуктами. Они могут лишь изменять эти химические соединения, приготовленные независимо от них, приспособлять их к своей жизни, но не могут их создавать.

Существуют зеленые организмы, питание которых разнородно, которые отчасти приготовляют нужные химические соединения из косной материи, частью же, как, например, паразиты, получают их, эксплуатируя другие организмы. Это многочисленные в живой природе существа — миксотрофные организмы Пфеффера. Омела — один из примеров, всем известный.

Зеленые автотрофные организмы, зеленые растения, образуют главную основу единого монолита жизни. Бесконечно различный мир грибов, миллионы видов животных, все человечество могут существовать только в силу биохимической работы зеленых растений. Эта работа возможна лишь благодаря врожденной способности этих организмов превращать излученную Солнцем энергию в химическую энергию.

Очевидно, что жизнь не есть простое, исключительно земное явление, но, насколько принцип Реди соответствует реальности, должна рассматриваться как космическое явление в истории нашей планеты. И также очевидно, что монолит жизни в целом не есть простое собрание отдельных неделимых, случайно собранных, но есть сложная организованность, части которой имеют функции, взаимно дополняющие друг друга и содействующие одна другой.

VII

Автотрофный растительный мир может исполнять функцию, ему принадлежащую в этой организованности, только благодаря изготовлению им зеленого вещества, обладающего очень специфическими и очень замечательными свойствами, — хлорофилла. Это сложное органическое соединение, содержащее атомы магния; строение его молекулы, состоящей из углерода, водорода, кислорода, магния и азота, очень близко к строению молекулы красного гемоглобина нашей крови, в которой магний заменен железом.

Хлорофилл, строение и химические свойства которого начинают выясняться, образуется в растениях в мелких микроскопических специальных зернах, пластидах, рассеянных в клетках. Эти пластиды образуются только путем деления других уже существующих пластид: организм не может их создавать иным способом. Здесь обнаруживается замечательный факт, указывающий на существование явления, аналогичного тому, которое выражено в принципе Ф.Реди. Как бы далеко мы ни углублялись в прошлое, мы наблюдаем образование хлорофильных пластид исключительно из таких же пластид, ранее существовавших.

Благодаря этим хлорофиллсодержащим пластидам организм зеленых растений может в своей жизни обходиться без других организмов. Если бы мы принимали во внимание лишь вопрос о питании, зеленое растение могло бы существовать в одиночестве на поверхности нашей планеты.

VIII

Отражение существования автотрофных организмов с хлорофильной функцией в биосфере огромно. Они не только дают возможность существования всем другим организмам и человечеству на Земле, но они определяют химию земной коры. Можно дать понятие о порядке этого явления, вспомнив некоторые связанные с ним числовые данные.

Мы окружены зеленью садов, лугов, лесов и полей. Если бы взглянуть на Землю с другой планеты из космического пространства, она казалась бы окрашенной в зеленый цвет. Но эта масса хлорофилла является лишь частью общей массы его, большая ее часть невидима для нас. Так, она наполняет верхние слои Мирового океана до глубины 400 м по крайней мере. Хлорофилл разбросан в бесчисленных мириадах одноклеточных невидимых для глаза водорослей; каждая из них дает начало в течение двух или трех суточных обращений нашей планеты новому поколению, которое немедленно начинает воспроизводиться. Если бы они не служили пищею другим

организмам, то в несколько месяцев их количество сделалось бы невероятным и наполнило бы собой весь Мировой океан, всю его воду.

Присутствие свободного кислорода в нашей атмосфере и в водах есть проявление хлорофильной функции. Весь свободный кислород земного шара есть продукт зеленых растений[1]. Если б зеленые растения не существовали, через несколько сотен лет на поверхности Земли не осталось бы следа свободного кислорода и главные химические превращения на Земле прекратились бы. Общий вес свободного кислорода в земной коре равняется 1,5 квадрильона метрических тонн. Уже одна эта цифра может дать представление о геохимическом значении жизни!

Количество хлорофилла, вырабатываемого зелеными растениями и непрерывно в них находящегося, которое необходимо для поддержания неизменности земной массы свободного кислорода, равняется по меньшей мере нескольким биллионам тонн.

IX

Более 30 лет назад русский биолог С.Н.Виноградский внес в эту картину новую важную черту, доказывающую еще большую сложность строения живого целого.

Он открыл существование живых автотрофных существ, лишенных хлорофилла. Это существа невидимые, бактерии, изобилующие в почвах, в верхних слоях земной коры, проникающие глубокие толщи всемирного океана. Несмотря на их микроскопические размеры, их значение в экономике природы огромно благодаря поразительной силе их размножения.

Их огромное размножение, несравненно большее размножения одноклеточных зеленых водорослей, заставляет рассматривать их существование как явление, по порядку своему родственное с жизнью зеленых растений.

---

[1]Другие не связанные с жизнью реакции его образования (радиохимическое разложение молекул воды и такое же световое — ультрафиолетовые лучи) дают сравнительно ничтожные массы его.

Без сомнения, число видов автотрофных бактерий незначительно; оно не превышает одной сотни, между тем как видов зеленых растений известно до 180 000. Но одна бактерия может произвести в одни сутки по крайней мере несколько триллионов особей, между тем как одна одноклеточная зеленая водоросль, из всех зеленых растений наиболее быстро размножающаяся, дает в тот же промежуток времени лишь несколько особей, и большей частью гораздо меньше, около одной особи в 2—3 дня.

Бактерии, открытые С.Н.Виноградским, независимы в своем питании не только от других организмов, но непосредственно и от солнечных лучей. Они употребляют для построения своего тела химическую энергию химических земных соединений, минералов, например богатых кислородом.

Этим путем они производят в биосфере огромную геохимическую работу, как разлагая эти соединения, так и создавая, как следствие этого разложения, новые синтезы. Их роль значительна в истории углерода, серы, азота, железа, марганца и, вероятно, многих других элементов нашей планеты.

Не подлежит сомнению, что они составляют часть того же единого целого — монолита жизни, в который входят все другие организмы, ибо они являются их пищей, используя в свою очередь их отбросы. Всё заставляет думать, что связь эта еще более тесная. Можно их рассматривать как очень специализированные растения, эволюционно происшедшие из зеленых растений, как это обычно допускают для других бесхлорофильных растений. Но не исключена, однако, возможность видеть в этих бактериях живых представителей отдаленных предков — организмов с хлорофильной функцией.

При современном состоянии наших знаний первая гипотеза кажется более правдоподобной. Однако надо всегда принимать во внимание, что организмы, открытые С.Н.Виноградским, играют первенствующую роль в явлениях выветривания земных минералов. Это же выветривание, по–видимому, неизменно в течение всей геологической истории нашей планеты. Оно существенно не изменилось с архейской эры.

X

Человек — животное общественное, гетеротрофное. Он может существовать лишь при условии существования других организмов, именно зеленых растений. Однако его существование на нашей планете резко отличается от существований всех других организованных существ. Разум, его отличающий, придает живому веществу удивительные черты, глубоко изменяет его действие на окружающую среду.

Возникновение человека было актом величайшей важности, единичным в течение геологической истории: ему нет ничего аналогичного в среде мириадов предшествовавших веков.

С научной точки зрения можно его рассматривать лишь как результат длинного естественного процесса, начало которого для нас теряется, но который длится непрерывно в течение всего геологического времени. Ни одна научная теория не смогла до сих пор обнять в целом палеонтологическую эволюцию организованных существ, последним важным проявлением которой было возникновение человека.

Нельзя считать это генетическое изменение живого, целого, единой жизни, смерть и рождение бесчисленных поколений[1], иначе как эмпирическим обобщением. Им является эволюция видов во времени.

Для ученого эмпирическое обобщение есть основа всех его знаний, самая достоверная их форма. Но для того чтобы связать какое-нибудь эмпирическое обобщение с другими фактами и с другими эмпирическими обобщениями, ученый должен пользоваться теориями, аксиомами, моделями, гипотезами, абстракцией. В этой области существуют лишь несовершенные попытки. Совершенно очевидно, что существует определенное направление в палеонтологической эволюции организованных существ и что появление в биосфере разума, сознания, направляющей воли — этих основных проявлений человека — не может быть случайным. Но для нас еще невозможно

[1]Такая дифференциация жизни, ее единства происходит без заметного изменения в течение геологического времени ее химического состава и ее массы.

дать какое-нибудь объяснение этому явлению, т. е. нельзя логически связать его с современным научным построением мира, опирающимся на аналогии и аксиомы.

XI

Человек глубоко отличается от других организмов по своему действию на окружающую среду. Это различие, которое было велико с самого начала, стало огромным с течением времени.

Действие других организмов почти исключительно определяется их питанием и их ростом. Один факт образования свободного кислорода достаточен, чтобы оценить планетное значение их питания. И это один факт среди тысячи других. Образование каменных углей, нефтей, железных руд, черноземов, известняков, коралловых островов и т. д. и т. д.— немногие примеры на тысячи других проявлений их роста.

Человек, несомненно, проявляется в биосфере своим питанием и своим размножением так же, как и все другие организмы. Но масса всего человечества ничтожна по сравнению с массой живого вещества, и прямые проявления в живой природе его цитания и его размножения сравнительно почти равны нулю. Австрийский экономист Л.Брентано дал очень ясное представление о масштабе человечества в биосфере. Если бы каждому человеку уделили 1 $м^2$ и собрали бы всех существующих на земной поверхности людей вместе, пространство, которое они заняли бы, не превысило бы площади небольшого Констанцкого озера в Швейцарии. Совершенно очевидно, что проявление такой живой массы в масштабе геологических явлений ничтожно.

Разум всё изменяет. Руководясь им, человек употребляет все вещество, окружающее его, — косное и живое — не только на построение своего тела, но также и на нужды своей общественной жизни. И это использование является уже большой геологической силой. Разум вводит этим путем в механизм земной коры новые мощные процессы, аналогичных которым не было до появления человека.

XII

Человек — это Homo sapiens faber[1] А.Бергеона, Он меняет внешний вид, химический и минералогический состав окружающей среды, своего местообитания. Местообитанием его является вся земная поверхность. Его деятельность с каждым веком становится более мощной и более организованной. Натуралист не может видеть в ней ничего другого, как естественный процесс того же порядка, как все другие геологические явления. Возможно, что этот процесс неизменно регулируется принципом инерции; он будет идти до конца, если не встретит противной ему внешней силы, которая его уничтожит или будет держать в потенциальном состоянии.

Открытие земледелия, сделанное более чем за 600 поколений до нас, решило все будущее человечества. Изменяя этим путем жизнь автотрофных зеленых организмов на земной поверхности, человек тем самым создал такой рычаг для своей деятельности, последствия которого в истории планеты были неисчислимы. Человек этим путем овладел всем живым веществом, не только зелеными растениями, так как именно эти последние определяют жизнь всех других существ. Мало–помалу человек изменил живое вещество согласно решению и целям своего разума.

Благодаря земледелию он себя в своем питании освободил от стихийной зависимости от живой окружающей природы, тогда как все другие организованные существа в этом отношении являются ее бессильными придатками.

XIII

Основываясь на этой великой победе, человек уничтожил «девственную» природу. Он внес в нее массу неизвестных, новых химических соединений и новых форм жизни — культурных пород животных и растений.

Он изменил течение всех геохимических реакций. Лик планеты стал новым и пришел в состояние непрерывных потрясений. Но че-

[1]Человек разумный, производящий орудия (лат.).

ловеку не удалось до сих пор достигнуть в этой новой среде необходимой обеспеченности своей жизни.

В современной социальной организации существование даже большинства является необеспеченным. Распределение богатств не дает главной массе человечества условий жизни, отвечающих идеалам нравственным и религиозным. Новые тревожные факты, затрагивающие основы его существования, появляются в последнее время.

Запасы исходных для его существования сырых материалов, видимо, уменьшаются с ходом времени. Если их потребление будет увеличиваться с той же быстротой, как раньше, положение станет серьезным. Через два поколения можно ждать железного голода; нефть начнет исчезать еще раньше, вопрос о каменном угле может через несколько поколений сделаться трагическим. То же самое ожидает большинство других первичных основ цивилизации, материальной культуры. Каменноугольный голод кажется особенно тревожным, так как именно уголь дает человеку энергию, необходимую для его общественной жизни в теперешней ее форме. Это Явление неизбежно, ибо человек быстро истребляет в виде угля запасы исходного для культуры сырья, образовавшиеся в течение мириада веков. Для сколько–нибудь заметного нового их накопления потребовалось бы такое же огромное время. Эти запасы неизбежно ограниченны. Если бы даже нашлись неизвестные новые их источники или если б стали обрабатывать менее богатые или более глубоко лежащие их концентрации, этим лишь отодвинули бы на время наступление критического момента, но тревожная проблема осталась бы нерешенной.

Глубокие умы уже давно убедились в необходимости радикальных социальных изменений, научных открытий нового порядка, чтобы отразить неминуемую опасность.

В начале прошлого века неотвратимый голод в основных материалах жизни не мог быть еще замечен, так как энергия, которой располагал человек этой эпохи, была тесно связана с древними вековыми формами существования, с жизнью и работой людей, рас-

тений, животных. Однако уже тогда основатели социализма, особенно Сен–Симон, Годуин, Оуен[1], понимали первостепенное значение науки, невозможность решить социальный вопрос, опираясь только на использование ресурсов, которые существовали в их время, без увеличения с помощью науки мощности человечества.

Это был действительно научный социализм в собственном смысле, который был позже забыт. Проблема, которая стоит в данный момент перед человечеством, перерастает социальную идеологию. Проблема, которая в настоящее время встает перед человечеством, отчетливо выходит за пределы общественной идеологии, созданной социалистами и коммунистами всех школ, которые в своих построениях упустили живительный дух науки, ее социальную роль. Наше поколение стало жертвой попытки воплощения этой идеологии, как это очевидно из трагических событий в моей стране, одной из самых богатых в мире природными ресурсами. А в результате мы имеем гибель и голод огромного множества людей и экономический провал коммунистической системы, представляющийся неоспоримым. Но провал социализма на деле еще глубже. Социализм ставит социальную проблему с более чем ограниченной точки зрения; он остается на поверхности.

XIV

Для решения социального вопроса необходимо подойти к основам человеческого могущества — необходимо изменить форму питания и источники энергии, используемые человеком.

Выхода из положения можно ожидать, наряду с разрешением социальных проблем, которые поставлены социализмом, в изменении формы питания и источников энергии, доступной человеку.

---

[1]Сен–Симон Клод Анри (1760—1825) — французский мыслитель, социолог, социалист-утопист. Годвин (Годуин) Уильям (1756—1836) — английский писатель, автор трактата «Рассуждение о политической справедливости», развивавший утопический проект социалистической ориентации. Оказал влияние на Р. Оуэна. Оуэн (Оуен) Роберт (1771—1858) — английский утопический социалист.

На эти два пути устремляется мало–помалу мысль ученых. Они теперь стоят на прочной почве. Не только возможность разрешить эти две проблемы не подлежит сомнению, но, больше того, ясно, что они неизбежно, как природный процесс, будут разрешены в очень короткое время даже по сравнению с продолжительностью жизни человечества.

Разрешение этих проблем рисуется как результат успехов физико–химических наук. Уже с давних пор наука в своем искании истины стремится найти новые формы энергии в мире и создать великие химические синтезы органического вещества. Средства, которыми она располагает для своей работы, очень недостаточны, но они единственные, доступные ей в современном человеческом обществе, где положение ее пока находится в противоречии с ее действительной ролью как производителя богатства и человеческого могущества.

Можно ускорить это научное движение, создавая новые методы исследования, но остановить его невозможно. Ибо нет силы на Земле, которая могла бы удержать человеческий разум в его устремлении, раз он постиг, как в данном случае, значение истин, перед ним раскрывающихся.

XV

До сих пор сила огня в ее разнообразных формах была почти единственным источником энергии социальной жизни. Человек завладел ею, сжигая другие организмы или их ископаемые остатки. За последние десятки лет началась систематическая замена огня другими источниками энергии, независимыми от жизни, прежде всего белым углем. Уже сделан первый подсчет запасов белого угля, экономии движущей силы воды, находящейся на поверхности всей планеты. Подсчет показал, что, как это количество ни велико, оно одно недостаточно для удовлетворения социальных нужд.

Но запасы энергии, находящиеся в распоряжении разума, неистощимы. Сила приливов и морских волн, радиоактивная, атомная энергия, теплота Солнца могут дать нужную силу в любом количестве.

Введение этих форм энергии в жизнь есть вопрос времени. Он зависит от проблем, постановка и разрешение которых не являются неисполнимыми.

Так добытая энергия будет практически безгранична. Пользуясь непосредственно энергией Солнца, человек овладеет источником энергии зеленых растений, той формы ее, которой он сейчас пользуется через посредство этих последних как для своей пищи, так и для топлива.

XVI

Непосредственный синтез пищи, без посредничества организованных существ, как только он будет открыт, коренным образом изменит будущее человека.

Разрешение этой задачи тревожило воображение ученых со времени великих успехов, достигнутых органической химией; в сущности, это невысказываемая, но неотступная мечта работников лабораторий. Ее никогда не теряют из вида. Если великие химики лишь изредка высказывают ее, как это делал М.Бертело[1], то только потому, что они знают, что эта задача не может быть разрешена, пока не будет сделана длинная подготовительная работа. Эта работа совершается систематически. Она не может не быть уделом долгих поколений только потому, что в современном мировом социальном строе средства научной работы ничтожны. Одно поколение уже исчезло со времени смерти М.Бертело. Мы теперь гораздо ближе стоим к осуществлению заветной цели, чем при его жизни. Можно проследить ее медленное, но непрестанное движение вперед. После блестящих работ немецкого химика Э.Фишера и его школы над белками и углеводами не может быть сомнений в конечном успехе. Во время последней мировой войны задача эта несколько раз подвергалась рассмотрению в разных странах с точки зрения ее практического

[1]Бертло (Бертело) Пьер Эжен Марселен (1827—1907) — французский химик, проводил успешные опыты синтеза органических соединений.

осуществления, и убеждение в неминуемости ее разрешения пустило глубокие корни в среде ученых.

Без сомнения, случается, что научное открытие теряется или получает практическое осуществление, применение в жизни лишь долго спустя после того, как было сделано. Но можно быть уверенным, что такая судьба не постигнет синтеза пищи. Открытия этого синтеза ждут, и его великие последствия в жизни не замедлят проявиться.

XVII

Что означал бы подобный синтез пищи в жизни людей и в жизни биосферы?

Его создание освободило бы человека от его зависимости от другого живого вещества. Из существа социально гетеротрофного он сделался бы существом социально автотрофным.

Последствия такого явления в механизме биосферы были бы огромны. Это означало бы, что единое целое — жизнь — вновь разделилось бы, появилось бы третье, независимое ее ответвление. В силу этого факта на земной коре появилось бы в первый раз в геологической истории земного шара автотрофное животное — автотрофное позвоночное.

Нам сейчас трудно, быть может невозможно, представить себе все геологические последствия этого события; но очевидно, что это было бы увенчанием долгой палеонтологической эволюции, явилось бы не действием евободной воли человека, а проявлением естественного процесса.

Человеческий разум этим путем не только создал бы новое большое социальное достижение, но ввел бы в механизм биосферы новое большое геологическое явление.

XVIII

Отражение такого синтеза на человеческом обществе, несомненно, коснется нас еще ближе. Будет ли оно благотворно или доставит новые страдания человечеству? Мы этого не знаем. Но течение собы-

тий, будущее, может быть определяемо в сильной мере нашей волей и нашим разумом. Нужно уже сейчас готовиться к пониманию последствий этого открытия, неизбежность которого очевидна. Лишь отдельные мыслители предчувствуют приближение новой эры. Они по-разному представляют ее последствия.

Их интуиция находит себе выражение в художественных образах — в романах. Некоторые из них смотрят на будущее тревожно и трагично (Д. Галеви в «Historie de quarte ans» — «История четырех лет»), другие рисуют его себе великим и прекрасным («Auf zwei Planeten» глубокого мыслителя и историка идей, немца К.Лассвитца)[1].

Он видит в завершении его синтетическое выражение большого природного процесса, длящегося миллионы лет и не являющего на всем этом протяжении признака разложения. Это процесс творческий, а не анархический. В конце концов будущее человека всегда большей частью создается им же самим. Создание нового, автотрофного существа даст ему доселе отсутствующие возможности использования его вековых духовных стремлений; оно реально откроет перед ним пути лучшей жизни. [...]

---

[1]Есть русский перевод. См.: Лассвитц Курд. На Земле и на Марсе (на двух планетах). Роман в 2–х частях. М., 1903, 571 с. Натуралист может взирать на это открытие иначе, с мудрым спокойствием.

ГЁТЕ КАК НАТУРАЛИСТ (МЫСЛИ И ЗАМЕЧАНИЯ)

1. И.В.Гёте (1749—1832) не только был великим писателем немецкого народа. Он был писателем, значение и влияние которого охватили весь мир, перешли за пределы немецких государств, за пределы культуры немецкого народа, стали общим достоянием человечества.

В этом отношении немцы далеко отстали — на несколько столетий — от английской литературы и литературы романских народов: итальянцев, французов, испанцев. Если А.С. Пушкин (1799—1837) и А. Мицкевич (1798—1855), младшие современники Гёте (1749—1832), войдут в мировую литературу, как ему равные, что происходит, по-видимому, на наших глазах для Пушкина, то мы имеем любопытное историческое явление в истории культуры — проявление максимального художественного гения почти одновременно в немецком народе и в народах славянских. Маловероятно, что будущее понимание истории изменит это представление. Для Гёте происходило то, что сейчас происходит с Пушкиным, о мировом значении которого едва подозревали современники и ближайшие к нему поколения. В немецкой культурной среде за сто лет после Гёте не явилось поэтов и писателей, по мировому влиянию и мировому значению равных Л.Толстому или Ф.Достоевскому. Гёте стоит и сейчас один среди немцев, чего не сознавал немецкий народ при его смерти и что он начал понимать много десятилетий позже.

2. Гёте является вместе с тем в мировой литературе редким случаем одновременно великого поэта и крупного натуралиста. Ученые натуралисты, в том числе часто бывали и художниками в широком смысле этого слова, но исключительно редко мировые художественные деятели нераздельно со своим художественным творчеством охвачены были и научным творчеством, изучением природы. Только

три имени выступают, мне кажется, в этом аспекте, как явления одного порядка в мировой литературе: Платон (427—347 до н.э.) — философ, создатель художественного диалога и математики, в истории которой он сыграл крупную роль; Леонардо да Винчи (1452—1519) и Гёте (1749—1832).

Для Гёте чувство и понимание природы в их художественном выражении и в их научном искании были одинаково делом жизни, были не разделимы.

Для них всех — для Гёте очень ярко — область художественного творчества не отделялась от творчества научного. Научный и художественный охваты были у них совместны и одновременны. Для Гёте научный труд буквально охватывал всю его жизнь. Для него научная работа натуралиста в течение почти всей его жизни и до самой его смерти была жизненным ежедневным делом, связанным с огромной затратой сил, мысли и энергии. Он так же, как и в художественном творчестве, в ней находит выражение смысла жизни.

Подобно указанным выше великим прообразам в прошлом, Гёте сохранил поразительную силу ума, жизненную энергию и жажду знания до глубокой старости. Смерть прервала его духовную жизнь в ее разгаре. Это был человек, до последних дней стремившийся понять и охватить окружающее, — природу, прежде всего, — добивавшийся этого с исключительной глубиной и силой. Он оставил при этом в дневных записях, редко в других случаях доступные, следы своей духовной личности.

Еще одна черта личности Гёте должна быть учтена. Гёте в течение всей свой долгой жизни с молодости вел дневники и записи, а к концу жизни в автобиографии своего детства и расцвета молодости восстановил для себя (в старости) свое прошлое в единое целое. Всю жизнь он стремился, как мы увидим, к ежедневной научной и художественной работе, к пониманию их положения в жизни, к их синтезу не теряя никогда времени, он работал в течение почти трех четвертей столетия с поразительной и неослабевающей силой труда, воли, сознания над осознанием личной жизни и окружающей его природы.

В предсмертные годы, сознавая неизбежный уход, он подводил итоги своей жизни. Сохранились записи близких его друзей (1825—1832), когда ему было больше 76 лет: И.Эккермана, Ф.Соре и Ф.фон Мюллера. Две ярких черты выступают в разговорах с Гёте, сохранившихся в систематических записях этих лиц с одной стороны, резкое значение для Гёте его личности, его индивидуальности, одного порядка со значением в реальности в космосе всего человечества, с другой стороны, поставив себе вопрос: «что такое Гёте?» (Was ist Goethe?), он ответил на него, что «это проявление — синтез бесчисленных тысяч идей, знаний, впечатлений, пойманных и схваченных искавшей их личностью Гёте в его долгой жизни»... «Я собирал все, что проходило перед моими глазами и ушами, моими чувствами. Для моих сочинений (Werken) тысячи отдельных существ внесли свое, дураки и мудрецы, умные люди и глупые головы, дети, мужи и старцы,— все они пришли и принесли свои мысли, свои достижения, свои испытания, свою жизнь, свое бытие. Так я пожинал часто то, что сеял другой, работа моей жизни есть создание коллектива и это творение носит имя Гёте».

Для Гёте мы теряемся в избытке материала для суждения, а для Платона и Леонардо да Винчи с трудом восстанавливаем картины их творчества и жизни по остаткам, уцелевшим от времени. Для понимания этих, равных с ним по калибру величайших художников-ученых мы не имеем тех материалов, какие мы имеем сейчас для Гёте, нам хронологически близкого: огромного материала его произведений, записей его мыслей и разговоров, воспоминаний современников, остатков его быта, жизни, круга близких ему людей.

3. Понятно поэтому, что в полное собрание сочинений Гёте неизбежно должны входить его научные произведения.

Из них надо сейчас же отметить одно, которому он придавал огромное значение. Резко отрицательное отношение к нему подавляющего большинства ученых того времени (по существу правильное) было одним из тяжелых для него трагических переживаний, наложивших глубокую печать на всю его духовную личность. Это—работа многих лет его жизни — «Учение о цвете» (красочности —

Farbenlehre); историческая его часть имеет значение в настоящее время, потому что в ней на фоне учения о цветности, которое Гёте ставил в основу понимания природы, Гёте дал яркий, самостоятельно проработанный во многом новый для своего времени очерк истории развития научного представления о природе. Поэтому эта часть научного труда Гёте, в основе ошибочного, не потеряла своего значения. Ибо каждое поколение должно вновь самостоятельно пересматривать прошлое научного знания, так как благодаря ходу жизни и научной мысли в нем постоянно и на каждом шагу выдвигается им раньше непонятное и незамеченное предыдущими поколениями. Многое становится ясным и понятным лишь потомкам, иногда отдаленным. Я не говорю о новых находках и открытиях, неизвестных современникам, но о том фактическом основном материале истории науки — сочинениях, мыслях, фактах, которые в глазах потомков неизбежно получают иное освещение благодаря прогрессу науки и жизни, чем это представлялось, скажем, Гёте. Мы через сто лет видим в его изложении то, что в нем было, но чего не могли видеть современники его, читавшие его исторический очерк. Они искали в сочинениях своих современников не то, что можем искать мы.

В трактате Гёте, написанном 135 лет тому назад, современный мыслящий человек может найти для себя неожиданное и важное, о чем не думал писавший тогда Гёте.

В работах, указанных Гёте в его «Учении о цвете», мы теперь можем искать корни коренного перелома науки нашего времени— XX века.

В 1896 г. через 87 лет после написания этого сочинения Гёте, Г.Беккерель (1852—1908) в Париже открыл явления радиоактивности — беккерелевские лучи, как их тогда, да изредка и теперь, называют, светящиеся излучения радиоактивных минералов и некоторых урановых солей.

1896 г. — год открытия беккерелевских лучей — является поворотным пунктом в истории человечества в этом году началось движение мысли — величайшее за тысячелетия — перестройка понимания окружающего, наших представлений о материи, нами сейчас

переживаемая. Ее история, подготовлявшаяся веками, еще не написана. И исторический очерк Гёте в его Farbenlehre может представлять интерес для всякого, кто решится в XX веке войти в эту область исканий.

5. Мы увидим в дальнейшем, что в этом аспекте сама фигура Гёте, как натуралиста, приобретает в наших глазах совершенно иное освещение, чем это было возможно, в XIX столетии.

Гёте как ученый представляется в 1945 г. совсем иным, чем в год его смерти — в 1832 г. — или в год выхода исторического очерка в его «Учении о цвете» в 1810 г.

В 1810 г. Гёте, как ученый, не был признан учеными кругами Германии и это он больно чувствовал. В год смерти (1832) он опять-таки был почти забыт, как натуралист, на своей родине. Его наиболее видным толкователем в научной области был тогда Карус (1779—1868), его Друг, натурфилософ (каким никогда не был Гёте) и зоолог, художник и эстет, как раз, глубоко чувствовавший красочность природы. Исторической точной оценки научной работы Гёте он дать не мог, так как, будучи больше натурфилософом, чем натуралистом, он сам был далек от свободной научной мысли, строящей науку нашего и его времени.

К тому же немецкие государства времени Гёте и шедшая в них научная работа не играли той роли в мировой западной науке, какую они стали играть в середине XIX века, лет через 20—25 после его смерти. Своей работой и организацией Иенского университета сам Гёте (с 1790 г.) этот расцвет подготовлял, но до него не дожил. В эпоху творческой жизни Гёте (1770—1832) в области естествознания германская наука являлась провинцией, не вскрывшей еще свои силы. Признание Гёте в ней, если бы оно и было, не имело бы тогда значения в мировом.

6. Судить, однако, о Гёте–ученом только по его научным работам нельзя. Сам Гёте весь проникнут —многократно и многокрасочно это высказывал — с знанием нераздельности и близости художественного и естественнонаучного творчества. Это был натуралист-художник, который отражал свою научную работу в своем

художественном творчестве и ясно сознавал неразрывность художественного и научного охвата «природы». Он говорил про свое время: «Забыли, что наука первоначально развилась из поэзии. И он здесь совершенно правильно указал одну из основных струй создания науки, им в своей намни наиболее ярко выраженную.

Но бел сомнения ость редкие отличия между художественным — в данном случае литературным — творчеством и творческим выявлением научных исканий.

Классики всемирной литературы, широко понятной массам, но стареют в своем влиянии тысячелетия; они требуют, конечно, комментариев, но могут и без них захватывать современного читателя. Из бесчисленных произведений беллетристики времени Гёте лишь немногие, в том число и многие произведения самого Гёте, сохраняют свое живое влияние через 160 лет и больше, они до сих пор пишут, действенны в современном поколении и будут жить дальше. Такие классики изящной литературы есть у всякого народа.

7. Такая судьба не суждена творческому труду натуралиста. Вообще говоря, научный труд испытателя природы никогда не пропадает, — в точно наблюденных фактах, в научных обобщениях, в числовых данных он остается вечным и нужным тысячелетия, но он обезличенный входит в многовековый единый научный аппарат — в основу научной работы человечества.

Говоря о науке — особенно люди сторонние ей — обычно забывают о том, что составляет основное ее содержание, основы научного искания — научные факты и построенные из них эмпирические обобщения.

Обычно обращают внимание на научные гипотезы, научные и научно–философские теории — эти преходящие построения науки. Настоящим, основным ядром научного знания являются не они, а «научный аппарат», в котором растворилась, но не пропала научная жизненная работа натуралиста Гёте.

Этот «научный аппарат», все растущий, есть самая характерная черта современной науки, он создан в подавляющей своей части в XVII—XX вв. и растет ежеминутно с поразительной быстротой, бы-

стротой все увеличивающейся. Миллиарды, больше, может быть, триллионы или квадрильоны точных данных в него уже входят. Он охвачен системой, подвижен и практически удобен для пользования. Сюда вошла и работа Гёте, бедная числами и обезличенная. Она вошла туда, где включено все, что уцелело из прошлых веков на протяжении восьми и больше тысячелетий.

8. Но классики — классические произведения отдельных личностей естествознания и математических наук —остаются нетронутыми на фоне этого научного аппарата, как индивидуальные научные факты. Они переходят из поколения в поколение.

Мы можем среди них различить три типа научных произведений равных по своему значению, но разных по своему характеру.

Это, во–первых, произведения натуралистов–мыслителей, расширивших рамки научного понимания природы, введших новые методы исследования или мастерски обработавших отдельные проблемы математики и естествознания. Таковы Пастер, Фарадей, Спалланцани, Трамблей и др. в области опыта; Бете, Реомюр, Левенгук и множество других в области наблюдения.

Во–вторых, произведения натуралистов-летописцев, давшие точные, частью художественные описания и картины стран, природы ими виденных частей биосферы их времени, всегда меняющихся, уже сейчас не существующих. Биосфера имеет свою историю, как имеет свою историю в ней живущее человечество.

В–третьих, произведения натуралистов, избравших поэтическую форму для изложения своего понимания природы и ее явлений. Блестящим примером такой формы художественно-научного творчества является Лукреций (99–95—55–51 гг. до н.э.), больше философ, чем ученый, живущий в эпоху, когда наука только что отделялась от философии (сейчас мы видим, временно). Эта форма художественного, научного творчества всегда связана с философской интуицией. Она и сейчас имеет своих представителей, но стоит в стороне от основного научного творчества в естествознании и редко обращает на себя внимание научных работников. Ученый является здесь иногда больше художником, чем исследователем.

В первом случае мы имеем настоящие классические произведения классиков естествознания и математики, возможность ознакомления которыми в подлинниках или в переводах имеет первостепенное значение для культуры каждой страны. Они составляют культурное богатство человечества и сохраняют свое значение почти так же, как классики художественной литературы, навсегда. Только круг их читателей менее широк, более определенный.

Для их понимания надо иметь комментарий. Понятия и слова в науке имеют свою историю, свою живую длительность и без учета их изменения во времени они будут непонятны потомкам-читателям тем больше, чем они древнее. Такими классиками являются произведения многих тысяч лиц, начиная от Аристотеля или Архимеда, Коперника или Галилея и других и до наших современников — Д.И.Менделеева или И.П.Павлова.

Знакомство с ними в подлиннике или в хорошем переводе является мощным орудием высшего образования, умственной культуры народа. В нашей стране это сознание только входит в жизнь.

Необходим сейчас дальнейший шаг — внедрение чтения классиков естествознания в высшую школу, ибо в этих трудах, которые являются первым оригинальным выражением величайших научных достижений человечества, руководящих, бессмертных, основных понятий научного миропонимания, всякое новое поколение находит новое, непонятое современниками, находит намеки и указания путей будущего. Мне кажется, что до сих пор только в математике чтение классиков у нас получило то значение в высшем образовании народа, которое должно быть уделом всей классической научной литературы. Эти труды не должны забываться, должны перечитываться от поколения в поколение, прежде всего молодежью, научное понимание которой слагается в студенческие годы.

Но естественнонаучные труды Гёте не могут считаться классическими в этом смысле. Больше того, они в некоторых своих чертах были ошибочными, неприемлемыми, как это имело место и для учения о цветности, даже в то время, когда они создавались. Гёте не классик естествознания в этом смысле.

9. Сочинения Гёте не принадлежат по существу и к другой группе совсем нестареющих классиков естествознания, индивидуальных произведений непреходящего характера документов прошлой, описанной естествоиспытателем с тех пор исчезнувшей природы (биосферы). Ибо исторически, с ходом времени, меняется не только человек, но и биосфера, в которой он живет. Записи путешественников–натуралистов, наблюдавших природу годами в одной какой-нибудь местности, натуралистов–охотников и фотографов и т.д. являются научными историческими документами первостепенной важности, документами того, что было и чего уже нет.

Каждый гражданин нашей страны должен был бы по существу иметь возможность знать картину ее прошлого в подлинных записях современников–натуралистов. Для нашей страны мы имеем записи за 200 лет, местами задолго больше.

Несомненно, путешествия, такие, как «Бигль» Ч.Дарвина, «Малайский архипелаг» А.Уоллеса или описание того же архипелага В.М.Арнольди или произведения Миклухо–Маклая[1], являются драгоценной летописью — художественно–научным воспроизведением уже не существующего былого биосферы. В случае Малайского архипелага они выражают понимание двух натуралистов разных веков и стран XIX и XX вв. — А.Уоллеса и В.М.Арнольди, правда, натуралистов несравнимых по силе проникновения в окружающее, что возмещено большей мощностью научного знания за десятки лет, протекших между посещениями этих мест — Зондских островов английским и русским исследователями.

К сожалению, понимание значения классиков естествознания, как бытописателей биосферы разных исторических эпох, не проникло в достаточной мере в нашу общественную среду. Мы не имеем на живом доступном книжном рынке переизданных описаний про-

[1]Николай Николаевич Миклухо-Маклай (05.07.1846 — 02.04.1888) — украинского происхождения из казацкого рода Миклух, путешественник, антрополог, этнограф, географ, гуманист, изучавший коренное население Юго–Восточной Азии, Австралии и Океании, в том числе папуасов Новой Гвинеи. Выступал против расизма и колониализма. Автор около 160 научных трудов.

шлого нашей страны натуралистами: Далласом, Гмелиным, Ф.А. Игнатьевым, А.Н. Красновым и множеством других. Это — дело ближайшего будущего, важное не только для понимания исторического изменения биосферы. Оно важно, как проявление и отражение человеческой личности и ее истории в окружающей природе. Ибо такие описания выходят за пределы сухих и абстрактных Научных документов, в них нередко натуралист отражает в своем описании художественную свою личность, как, например, делал это А.Н.Краснов (1862—1915).

Этого рода классики естествознания в ряде случаев сливаются с художественной литературой по своей широкой доступности даже без комментария.

10. Гёте не оставил художественного описания биосферы своего времени и не являлся классиком естествознания в таком аспекте. Но его художественные произведения полны отражений его научных исканий, его научной мысли. В подавляющем большинстве случаев их надо искать в них, они не являются темой его произведений. Однако есть немногие его произведения, где он в поэтической форме изложил результаты своей научной работы.

Поэтическая форма изложения научных достижений является самой древней формой научных трактатов. Научные и научно-философские обобщения проникают художественные гимны Бед–Ригведы; их мы находим в еще более древних гимнах в области Халдейской и Египетской культуры. Однако и посейчас, и в эпоху Гёте эта область художественных произведений, так мало, мне кажется, привлекавших внимание литературоведов, продолжает свое существование. В ней и сейчас есть крупные поэты [например Нойес (Noyes)].

В эпоху Гёте его старшие современники де Сен–Пьер (1737—1814), А.Делиль (1798—1813), Э.Дарвин[1] (1731—1802) и многие другие продолжали эту традицию. Поэма — латинская — Стая (Стойко-

[1]Эразм Дарвин (12.12.1731— 18.04.1802) — английский натуралист и врачевавший поэт, последовательно развивавший систему самобытных взглядов на мироздание и природу человеческого организма. Дед эволюциониста Чарльза Дарвина и антрополога Фрэнсиса Гальтона.

вича, 1714—1801), давшая картину мироздания на фоне новой тогда «философии природы» И.Ньютона, представляет интерес и сейчас, благодаря латинскому же комментарию друга Стойковича—Р.Бошковича (1711—1784). Все этого рода произведения выходят за пределы точного знания в область философии. Это и понятно, иначе в них не было бы места для свободы вдохновения. Однако есть причина, которая затрудняла для Гёте такое поэтическое творчество. Оно требует выработанного и богатого научного языка, — как мог бы быть в XVIII в. французский, латинский, английский, но не мог быть немецкий.

Немецкий научный язык сложился во второй половинеX1X столетия; после того, мне кажется, его рост чувствуется еще в XX в. после войны. Язык научных сочинений Гёте был уже архаичен и труден для немецких ученых второй половины XIX в.

Гёте насыщал своей научной мыслью и научным творчеством свои художественные произведения: Фауст, Странствования Вильгельма Мейстера, Wahrheit und Dichtung, многие его стихотворения глубоко проникнуты мыслью натуралиста и на каждом шагу отражают его, как такового. Нельзя понять Гёте, не зная его исканий как натуралиста, его научного понимания природы.

В этом отношении он — в истории естествознания — может быть сравнен с Леонардо да Винчи (1452—1519), художественное творчество которого неразрывно связано с конкретной работой великого естествоиспытателя. Но Леонардо, как натуралист, представлял резко иной тип, чем Гёте; он во много превосходил его в своих научных достижениях.

Но по интенсивности научной мысли, по глубине научного интереса, по связи их научного исследования природы с их художественным творчеством они могут быть сравниваемы. Леонардо был инженер. Гёте хотя и ставил себе, как конечный идеал, действие — die Taht — и как основную цель своего главного героя Фауста — инженерное творчество, отказался от главного орудия действия — числа и математического мышления. Мы увидим ниже, что в своей естественноисторической работе, в которой Леонардо был провоз-

вестником развернувшейся после него современной культуры, Гёте оказался вне понимания современников и ближайших потомков, благодаря, прежде всего, неприятию математической картины мира.

И все же при всем этом в его научной работе имеется здоровое зерно. Оно выяснилось в нашем веке. Мыв другом смысле, чем Гёте, тоже отошли в XX в. от Ньютоновского мировоззрения, от его пространства и времени прежде всего, перешли к толкованию природы, как целого, и к неделимому пространству — времени. Гёте бессознательно их так и охватывал.

11. История естествознания в нашей стране не написана и еще неосознанна. Мне много раз приходилось в нее вдумываться и урывками заниматься ею, и я ясно вижу, что она изменит все понимание нашего русского прошлого, как это на наших глазах произошло уже для истории нашей литературы и нашего искусства: музыки, живописи. Мне кажется даже, что здесь рознь между реальным прошлым и его современным осознанием окажется еще более резкой.

Научные работы Гёте не прошли в истории естествознания бесследно. Они оказали свое влияние в живом научном искании еще при жизни Гёте, главным образом, в Москве.

Гёте, благодаря мировому его признанию как поэта при жизни и благодаря большому значению немецкой литературы в России его времени, имел много знакомых — частью близких друзей — среди ученых, связанных с Московским университетом (1806—1833). Такими были анатом Х.И.Лодер (1753—1832), долгое время профессор в Иене, учивший Гёте анатомии, находившийся с ним в переписке, ценивший научную работу Гёте и игравший большую роль в московском мыслящем обществе в начале XIX в. Еще большую роль играл в Московском университете и обществе профессор Фишер (впоследствии Фишер фон Вальдгейм (1771—1853)). Фишер фон Вальдгейм, хотя и являлся последователем Кювье, но ценил работы Гёте и считался с ними.

Зоологические идеи Гёте через них были введены в преподавание Московского университета и прочно держались до вхождения эволюционных идей в начале 1860-х годов. Эти идеи Гёте проник-

ли и за пределы университетской аудитории с их ограниченным в николаевское время числом студентов. Так их излагал в публичных лекциях (1845) один из замечательных русских ученых Карл Рулье (1814—1858), биолог и геолог, ученый с глубоким самостоятельным и широким пониманием природы. А.И.Герцен находился под их влиянием в своих натурфилософских, по существу чуждых Гёте представлениях о природе.

Гёте как ученый был выбран почетным членом Московского общества испытателей природы при его основании (1805), Петербургского минералогического общества (1818) и позже, уже в старости, членов Петербургской Академии наук по физико–математическому отделению во время столетнего ее юбилея.

В Московском университете его идеи были долго живы. В печатных лекциях Я. Борзенкова мы имеем в русской научной литературе положительную оценку его морфологических идей задолго до обращения на них внимания у немцев Гегенбауэром и морфологами XX столетия.

Но широкие круги русской общественности могли ознакомиться с его научным значением только в XX в. (1920), когда молодой, погибший во время гражданской войны гётеанец В.А.Лихтенштадт, дал очень недурной перевод главных мест его естественноисторической работы и пытался самостоятельно и своеобразно выявить вечное значение Гёте–естествоиспытателя.

Еще гораздо большее значение, чем в истории науки, имел Гёте в истории философской мысли в нашей стране. Мне кажется, это явилось отчасти следствием архаичности немецкого языка его научных сочинений и широкого интереса к философскому движению в Германии, которое сыграло такую большую роль в истории мысли нашей страны. Для кружка В.Одоевского и Веневитинова — любомудров — в 1820–х годах, в первом серьезном философском движении в нашей стране, Гёте явился натурфилософом. В связи с этим получил значение и Гёте-художник и Гёте-натуралист. Таким он является в то время и в Германии, например, для Каруса. Так понял его и Герцен. Любопытно, что в конце XIX — начале XX вв. ту

же роль сыграл Гёте в религиозно-мистическом философском течении, связанном с нашими теософами. Гёте–натуралист превратился в Гёте–мистика и философа. Это понимание широко передалось популярной литературе, где встречается еще до сих пор.

12. Не менее сложна была судьба научных работ Гёте в государствах немецкой культуры. Мне кажется, в его время и в близкое к нему ни в одном из немецких университетов не было того к ней серьезного отношения, которое имело место в Московском университете. В общем, Гёте–ученый оставался долго и после смерти в невнимания немецкой ученой среды. Признание пришло много позже. И тогда создалась о нем большая немецкая и иностранная литература и как об ученом. Она создалась в совершенно другой обстановке, чем та, в которой жил Гёте, в условиях коренного изменения немецкой научной жизни по сравнению с тем, какой она была в год его смерти —1832 г.

В 1840–х годах младшие современники Гёте — в числе их были большие ученые, как биолог И.Мюллер (1801—1858), глубоко понимавший, знавший и ценивший натуралиста Гёте — быстро выдвинули немецкое творчество в области естествознания в первые ряды мировой культуры.

Уже в 1860–х годах создалась традиция высокой научной работы немецких высших школ в естествознании. В действительности она медленно подготовлялась в эпоху Гёте, но для его оценки должна была преодолеть увлечение натурфилософией в первые десятилетия XIX столетия. В истории этого подъема работа Гёте в руководимом им Иенском университете, позже сдавленном меттерниховской реакцией, оставила крупный след. До 1817 г. этот университет был одним из самых живых центров научной работы Германии, в нем сосредоточился, было, блестящий круг немецкой культуры, смотревшей вперед, а не назад.

В области естествознания немецкие университеты заняли видное место в середине XIX в., когда немецкие натуралисты отошли от тормозящего влияния натурфилософских исканий и создали в своей среде превосходную обстановку опытных и наблюдательных научных институтов.

13. В этой обстановке ряд крупных немецких ученых: Геккель, Вирхов, Дюбуа–Реймон, Гельмгольц, Кох, Гегенбауер, Г.Линк, Вальтер и многие другие создали иное представление о Гёте–натуралисте, чем то, которое существовало в первой половине XIX в. Переоценка началась с 1850–х годов и длится до сих пор.

Мне кажется, книга английского натуралиста и философа Д.Льюиса (1856), давшая научную биографию Гёте, сохранившую свое значение до сих пор, сыграла здесь большую роль. Льюис был первым, мне кажется, который обратил серьезное внимание на Гёте, как натуралиста. За последние 1920—1930 гг. к столетнему юбилею Гёте появился ряд работ, не только ставящих его в историческую перспективу, но и видящих в некоторых его научных, а не философских обобщениях живое содержание для будущего науки, правда, выраженное на трудно понятном в XX в. научном немецком языке.

Это изучение ярко выявило основной результат критической оценки естественноисторических работ Гёте. Именно то, что, в общем, наблюдения и опыты Гёте научно точны, хотя и выражены в необычной для XX в. форме. Его опыты могут быть повторены и подтверждаются, хотя толкование их часто противоречит научной истине. Гёте работал в естествознании, как натуралист, а не как дилетант или как философ.

14. Отношение Гёте к философии и к религии, как мыслящего и сознательно переживавшего жизнь мудреца, не могло быть одинаковым по своим последствиям, так как философия обоснована на разуме, а религия на вере, т.е. на интуиции и на эмоциональных переживаниях.

Большой труд посвящен был выяснению философских и религиозных взглядов Гёте. Об этом создалась огромная литература. В конце-концов стало ясным, что Гёте не был философом, он лично встречался в живом дружеском общении с ее творцами — Гегелем, Шеллингом, Фихте, Якоби и другими и с кантианцами, каким был Шиллер, влиявший одно время на Гёте, или Рейнгольд, занимавший кафедру философии в Иене.

Гёте, правда, на научной почве, близко лично общался с молодым Шопенгауэром, который были до конца остался сторонником его учения о цветности и вложил его с известными оговорками в свою философскую концепцию.

Как видно из этого, Гёте неизбежно был в курсе, и даже из первых рук, того огромного философского движения, которое стало замирать и терять действенное значение только через 15—20 лет после его смерти.

Можно сейчас видеть, что глубоко — хотя в гётевской литературе существует, и противоположное мнение — оно Гёте не затронуло. Ему ближе были старые философы — Спиноза и Лейбниц, которые более отвечали реалистическому его мировоззрению, как натуралиста и пантеиста.

Гораздо более глубоко было влияние Гёте на немецкую философию. Можно найти эти проявления даже в философии его времени, например, Шеллинга, где синтетический взгляд на природу Гёте явно отразился. Еще больше было влияние Гёте в немецкой философии конца XIX и начала XX столетия. Я не могу здесь на этом останавливаться.

15. В его научной работе, как натуралиста, скорее влияло его религиозное ощущение природы, чувство художника, но не философа. Характерной чертой его личности, которая не могла высказаться вполне открыто в неблагоприятных для этого политико-социальных условиях его жизни до конца, при отсутствии религиозной свободы, было то, что хотя Гёте не был христианином, но он внешне, формально исполнял, если это было необходимо, религиозные обряды государственной церкви. Он был глубоким и искренно верующим, сознательным пантеистом. Личный бог был чужд его миропредставлению. Всю жизнь он носил личину, поскольку это было необходимо для спокойной жизни.

Для него и его художественное творчество, и его научная работа, неотделимы от его пантеистических переживаний. При этом характерно, что природа Гёте совпадает почти целиком с биосферой и всегда связана с жизнью. Он совсем не был мистиком, как это оши-

бочно иногда указывают. Мистицизм совершенно отсутствовал в его чувстве природы, несмотря на то, например, что в Фаусте и в других художественных произведениях он пользовался его образами, указывающими на его большое знакомство с мистической литературой, холодным умом им изучавшейся.

Глубокая индивидуальность Гёте не могла словами и логикой ясно выражать иным путем свое отношение к природе, а отсутствие в нем мистических настроений и отход его от конкретных религий и от философских систем не открывало для него других путей. В одновременном пантеистическом подходе и к художественному, и к научному творчеству на протяжении всей жизни наиболее ярко выразила свое своеобразие личность Гёте.

Его пантеизм не мог иметь почвы для широкого оглашения. Он высказывал эти настроения только в тесном кругу в частных беседах, в дневниках и выявлял их, не подчеркивая, в своих сочинениях.

Сознание единства всей природы и, в частности, единства всего живого — человеческой личности в том числе — заставляло Гёте считать глубоко вероятным и правильным то, что для образованного европейца его времени не было чем-нибудь реальным, всерьез допустимым, как например метемпсихоз.

В западноевропейской среде 1760—1830 гг. Гёте являлся одинокой фигурой верующего пантеиста, а не сухого последователя рационалистического философского пантеизма (хотя бы Спинозы).

Всякая конкретная религия и всякая конкретная философия отходили при этом на второй план. Но одно основное положение прочно благодаря этому проникало его научную работу и его научное понимание. Он ощущал «природу» (биосферу и ее явления) как пантеист и как ученый, как целое и нераздельное в общем и в отдельных случаях.

16. Различие между научным и философским миропредставлением иногда не учитывается. Если это мыслимо допустить, и то далеко не всегда, в области гуманитарных наук, — это недопустимо в наше время в области наук о природе.

В этой области различие между этими двумя представлениями делается с каждым годом все более значительным, благодаря могуче-

му росту наук о природе и созданию в XX в. многочисленных новых областей знания, очень мало и не глубоко охваченных философской мыслью, расширяющихся в своем эмпирическом содержании с поразительной быстротой, опирающихся на неисчислимое количество научных фактов, непрерывно увеличивающихся в быстро растущей прогрессии.

Это движение, не столь мощное, было уже ясно и в эпоху Гёте, ибо к середине XVIII и началу XIX вв. создавалось в мощном научном порыве основное содержание наук о природе, создавалось научное описательное естествознание. Вырос в сознании натуралиста в эпоху Гёте основной научный аппарат человечества — аппарат научных фактов и эмпирических обобщений — основное содержание науки. Процесс начался в XVI и особенно в XVII столетии, прежде всего в гуманитарных науках и в астрономии; но в эпоху Гёте он достиг первого расцвета, стал основой современного знания. С конца XVIII столетия он охватил и экспериментальные науки — физику и химию. Древний, тысячелетний почти почин исчисления звездного неба получил при жизни Гёте свое современное выражение. Этот аппарат науки в фактах и в эмпирических из них обобщениях, а не интересующие философа научные теории и гипотезы являются основным содержанием науки. Без него ее нет.

Минерал, растение, животное, горная порода, почва, биоценоз, географический и геоморфологический ландшафт, геохора, река, озеро, водопад, облака, проявления движения атмосферы, моря, вулканы, минеральные источники, звезды, солнце, туманности и другие конкретные частные явления природы, прежде всего сами по себе привлекают натуралиста. Их точное, научно проверяемое описание, их полный учет, превращение их в научно наблюдаемое явление, поражающее главным образом глаз, но сверх того в меньшей степени слух, является основной работой натуралиста.

Такое исследование может быть, как таковое, самоцелью, может захватить всю жизнь исследователя. «Собирайте, собирайте факты для того, чтобы получить идею, где–то говорит Бюффон, — выражение, которое цитирует и Гёте.

В идеале так и должна быть описана вся природа. Дело жизни ученого натуралиста, требующее огромного труда, знания, точности, заключается в таком учете и описании «естественных» природных тел и явлений. Оно дает ему удовлетворение и глубокое переживание научной истины, для некоторых индивидуальностей полное переживание природы, словами непередаваемое, как это было для Гёте.

Для Гёте и в художественном и в научном творчестве в основе лежало не только вдохновение, мысль, но прежде всего гармонически идущее действие — That, что ясно выразил Гёте в Фаусте: Am Anfang war die That.

17. Я буду при оценке Гёте, как натуралиста, исходить из такого понимания основной его работы. Подобно тому как для оценки его художественного творчества надо исходить из его созданий — стихотворений, романов, драматических произведений, конкретных продуктов его художественной работы, так и при оценке его естественноисторического творчества надо исходить из конкретных продуктов, научно выявленных им, им изучаемых больших и малых научных фактов и научных обобщений.

Гипотетические и теоретические надстройки, существующие и в художественном творчестве Гёте, будут мной указываться не как главные результаты его трудов, а как второстепенные по существу, хотя и очень важные по временному влиянию их выражения.

Факты и научные обобщения, установленные Гёте, наиболее ярко и глубоко выявляют его значение в науке. Обычно Гёте-натуралиста оценивают иначе, обращая главное внимание на его научные теоретические представления, гипотезы, ведущие основные понятия его работы. Почти все они были преходящи, и отошли в историю. Я буду на них возможно меньше останавливаться.

Надо отметить, что при таком подходе к натуралисту-Гёте ему не раз приписывали представления, ему чуждые. Таковы были попытки видеть в нем одного из предшественников эволюционных представлений, предшественника Дарвина. Теперь, кажется, никто не спорит, что это была историческая ошибка.

Установление факта, что Гёте был чрезвычайно точным, добросовестным наблюдателем и испытателем природы, было неожиданностью для его биографов, так как многие выводы, которые он делал из этих, как оказалось, точно установленных опытов и наблюдений, получили явно неверное объяснение Гёте и были выражены на таком языке, который был близок к умозрительному языку натурфилософов. Но Гёте никогда не получал свои результаты из умозрения, он упорно работал как эмпирик глубокой интуиции.

В эпоху Гёте на смену реалистических философских систем XVII столетия, исходя из критической философии Канта, как будто философски преодолевшей скептицизм Юма, открылось свободное поле для построения новых философий природы. И на этот путь вступили с большей или меньшей смелостью Гегель, Фриз, Чольбе и многие другие — одинаково неудачно.

Гёте был философом, как всякий мыслящий и вдумывающийся в жизнь человек — он был философски широко образован,— но был скорее философским скептиком. Очевидно, он мог быть при этом только — и был — чужд всякой форме умозрительного естествознания.

Лишь через 20—30 лет после смерти Гёте окончательно выяснился печальный результат огромной натурфилософской работы, попытки устанавливать научные факты умозрением и диалектикой, одно время охватившей немецких естествоиспытателей, перешедшей границы немецкой культуры, повлиявшей и на русских (Велланский, Павлов), французских (Ламарк), скандинавских (Стеффенс) и других натуралистов. Перенос этой умозрительной методики, философски весьма разнообразной, в конце-концов кончился широким понижением немецкого творчества в области естествознания. Прав был Дюбуа Реймон, связывавший упадок немецкого естествознания в начале XIX в. с влиянием умозрительной методики в философии.

Между натурфилософией XIX столетия и Гёте лежала непререкаемая грань. Гёте был чужд умозрительному естествознанию. Гёте причислили к нему по недоразумению благодаря его религиозному пантеизму. Других религиозных пантеистов его мощности — дале-

ких от христианства — среди его современников ученых не было. Они были среди ученых древней Греции — эллинизма; среди раннего Возрождения; они входят сейчас в научную среду в XX столетии, в связи с ростом научного творчества в Индии, в Китае и в Японии.

18. Гёте был, по диапазону своей научной работы, в области естествознания ученым исключительной индивидуальности и широты интересов. Он научно охватывал всю земную природу, все науки, связанные с биосферой. Как всякий натуралист-эмпирик он стремился познать, возможно, больше фактов, видеть и ощущать их — их творить. Он собирал коллекции, повторял и придумывал опыты, строил научные приборы, спускался в шахты, наблюдал в телескоп и микроскоп, определял естественные тела природы, всходил на горы, наблюдал погоду, окраски природы, делал поездки, научные экскурсии, — и это непрерывно всю свою долгую жизнь.

Как сознательно относящийся к жизни человек, он во многом шел методически. Для этой цели он не жалел ни денег, ни труда. Стариком 75 лет в одном из разговоров с Эккерманом он говорил: «Каждое удачное слово, которое я говорю, стоит мне кошелька денег, золота. Я затратил полмиллиона талеров личных средств на то, чтобы изучить то, что я теперь знаю, не только все состояние моего отца, но и мое жалованье и мои значительные литературные доходы более чем за 50 лет ушли на это. Кроме того, я видел, как затрачено более полутора миллионов талеров, пожертвованные на великие цели науки владетельными особами, причем я был тесно связан с организованными на эти деньги исследованиями и принимал участие в их исполнении и в их успехах и неудачах».

Он имел возможность оплачивать помощников и сотрудников, имел средства на создание двух больших научных библиотек: герцогской в Веймаре и университетской в Иене.

Он собирал всю жизнь коллекции. В своем доме он создал целый музей, который держал в порядке, точно определял находящиеся в нем предметы и постоянно пересматривал их один или с любителями.

19. Время Гёте — время окончательного создания описательного естествознания. Оно было создано старшим его Современником

К.Линнеем (1707—1778), гениально завершившим работу XVI—XVII вв. Линней отчасти впервые поставил конкретную научную задачу исчислить и определить, внести в «систему природы» все природные тела без исключения и он же первый указал возможность ее решения. Он создал первую удачную систему природы — научный аппарат, позволивший организовать массовую работу и быстро, точно охватывать для научного сравнения в его время меньше двух десятков тысяч видов живых организмов, а в настоящее время почти миллион.

После смерти и при жизни Линнея в его систему внесены поправки и изменения, но по существу они все с нею генетически связаны, изошли из ее критики. Во время итальянского путешествия (1785—1788) молодой Гёте придавал системам Линнея чрезвычайное значение. Но с течением времени он, по существу, перешел к новым формам классификации, учтя успехи знания. В минералогии он перешел к химическому и кристаллографическому подходу, учтя работу Берцелиуса, с которым он лично встречался, и Гаюи. В ботанике он, один из первых в Германии, приложил идеи и принципы семейств растений А. Л. де Жюсье (1796), основанные на работе его дяди Б. де Жюсье (1699—1776).

20. Эти новые основные принципы описательного естествознания Гёте не только проводил в своей личной работе, он способствовал их проникновению в Иенский университет, который принадлежал трем Саксонским герцогствам, в том числе, прежде всего Веймарскому, и находился десятки лет под руководством и большим влиянием Гёте.

Иена явилась центром научной работы точного естествознания. В минералогии и в геологии там долгие годы работал И.Т.Ленц (1748—1832), создавший, при самом деятельном участии Гёте, одну из самых больших тогдашних минералогических коллекций. Ленц образовал в Иене и центр научной работы — Минералогическое общество, председателем которого с 1813 г. до смерти был Гёте.

Собственная коллекция минералов Гёте содержала до 13 000 экземпляров. Он над ней работал, пользуясь для химических проб

помощью иенских и веймарских химиков, в том числе и такого крупного ученого, каким был И.В.Деберейнер (1780—1849), выбившийся из низов, выдвинутый и поддержанный Гёте.

Когда в Веймар, в качестве воспитателя принца, по рекомендации известного политического мыслителя Дюпон де Намюра, приехал (1822) молодой Соре (F. Soret, 1795—1865), учёный минералог французской школы, Гёте близко сошелся с ним на почве минералогии. Соре — точный натуралист, оставивший интересные записки о Гёте, одного времени с Эккерманом, недавно в оригинале найденные и напечатанные, рассказывает, что Гёте вошел при его помощи в новую кристаллографию и минералогию центр работы которых был тогда во Франции.

В связи со своей коллекцией Гёте находился в переписке и обмене с многими минералогами, в том числе долгое время с австрийским администратором и минералогом, коллекционером Чехии И.С.Грюнером (1780—1864). С ним Гёте делал экскурсии в Рудных горах.

Благодаря своим связям Гёте — обменом и подарками — непрерывно увеличивал свою коллекцию. В частности, он собрал в ней образцы превосходных русских минералов. Они доставлялись ему богатыми русскими минералогами коллекционерами, которых было в то время относительно много среди русских бар. Знакомцы его: кн. В.А.Голицын (1738—1803), гр. А.Г.Строганов (1795—1891), гр. Разумовский (1758—1837), Г.Х.Струве (1772—1851) и др. были прекрасными специалистами минералогии и доставляли ему русские образцы84. Некоторые из них (Строганов, Голицын) жертвовали коллекции и минералы и в Иенский университет. Благодаря своему положению в Веймаре, Гёте получил в свою коллекцию русские минералы из Урала и Сибири из правительственных и придворных сфер.

Резкое различие между минералами и породами не проводилось тогда так ясно, как проводится теперь. Петрография, как таковая, не существовала. Время Гёте — время «геогнозии» и «ориктогнозии». Геология как раз в его время создавалась. Гёте был знающим хими-

ком и интересовался не узкой систематикой, а пытался выяснить образование минералов с точки зрения их парагенезиса. Эмпиризм Гёте был связан иногда для него с большой работой, которая казалась излишней и старомодной в его время, но в которой, по существу, мне кажется, Гёте был прав. Так, местный, карлсбадский бюргер, любитель–минералог Мюллер всю жизнь собирал карлсбадские Sprudelsteine, отложения оолитов в одном из былых периодов существования Карлсбадского источника. После смерти Мюллера Гёте внимательно изучил эти сборы, добился покупки его коллекции и дал ее печатное описание. Тогда эта работа казалась старомодной и ненужной, но теперь мы бы этого не сказали. Во–первых, образование этих оолитов далеко не выяснено и требует переисследования и, во–вторых, они сохранились только в старых коллекциях, так как древние Sprudelsteine (камни источника) были частью переработаны на известку, а частью застроены.

21. Наряду с минералогической коллекцией Гёте должно быть поставлено его большое остеологическое собрание, до известной степени носящее характер палеонтологический, так как в нем были собраны кости послетретичных ископаемых, находимых постоянно в то время в Саксен–Веймарском герцогстве и в окрестных местах при постройках, в каменоломнях, в глинищах и при добыче песка. Эта остеологическая коллекция создавалась в связи с анатомо–морфологическими трудами Гёте. А Собирание коллекций было для Гёте не препровождением времени любителя, знатока, — оно было одним из способов его научной работы — Гёте пришел этим путем в материально благоприятных условиях своей жизни к созданию своеобразного музея, сейчас сохраненного. Гете, в результате этой работы, становился знатоком той области знания, предметы которой он собирал. Он держал в своей памяти этим путем огромное количество точно установленных, постоянно обдумываемых фактов. Он распространял этот способ научной работы на изучение нумизматики, рисунков, гравюр, камней, скульптуры, медалей. Он работал так упорно и систематически лею жизнь. Работал, как ученый.

22. Своеобразную форму приняло для Гёте при этом изучение живых тел природы — живых существ. Гёте не собирал системати-

чески гербарии, коллекций насекомых или птиц. Едва ли правильно объяснять это тем, как это делали, что для этого у него не хватало времени, вернее, это было связано у Готе о его представлениями, о биосфере. Живое он считал необходимым изучать, но в мертвых его остатках, а только в живом состоянии на воле. Он собирал и изучал живые предметы.

Гёте неустанно гербаризировал, определял живые растения, ставя их в систему. Ботанические сочинения Линнея и, по-видимому, его «Система природы» были его настольной книгой во время его путешествия по Италии (1787—1788), когда он достиг первых научных обобщений в этой области знания. Таковы его морфологические работы. Он определял открывшиеся ему новые растения итальянской флоры. В своих частых отдыхах на минеральных водах в Чехии — в Теплице и в Карлсбаде и их окрестностях — определение растений и их собирание (среднеевропейская флора) представляли одну из форм его отдыха, к которому он привлекал светских знакомых и друзей, курортную публику. Он приспособил себе здесь молодого помощника, практического знатока местной флоры, студента Ф.Дитриха, гербариста, из семьи «травоискателей», у которых знание местонахождения редких, но медицински важных как в народной медицине, так и в аптеках растений передавались из поколения в поколение, и являлось профессией. Эта профессия травоискателей, может быть начавшаяся в средние века, в этой области Чехии связана с уходом в более глухие места бежавших из университетских городов медицинских студентов в 30–летнюю войну, разорившую эти области тогдашней священной Германской империи. Ф. Дитрих собирал живых представителей флоры, их определял и подбирал объекты для изучения Гёте.

Гёте в 1780–х годах и другим путем создал себе базу для живого наблюдения растений — в Веймаре были собраны под его руководством драгоценные иноземные растения в теплицах, а в парках великолепные дендрологические коллекции. В библиотеках Веймара им в течение десятков лет собрана была богатая литература, нужная для определения живых и мертвых тел природы.

23. Его методика наблюдателя природы не ограничилась собиранием только коллекций в той или иной форме.

Гёте наблюдал природу и в более грандиозных ее процессах. В многочисленных путешествиях Гёте пешком и на лошадях объездил значительную часть современной Германии, значительные части Польши, Франции (из теперешней Франции он был только в Страсбурге, не был в Париже), Чехословакии, Австрии, Швейцарии, Италии (кончил Сицилией и Пестумом). Лишь неспокойное для мирных передвижений время разгара Наполеоновских войн начала XIX в. остановило планы дальнейшего расширения личного знакомства Гёте с новыми странами. Перед наступающей бурей в конце 1797 г. Гёте вернулся из Швейцарии назад в Веймар, отложив, казалось, навсегда в тревожные наступившие годы новую большую поездку в Италию, куда он стремился.

Все эти передвижения Гёте, помимо тех или иных причин, их вызвавших, были всегда связаны с изучением памятников искусства, зодчества скульптуры, театра, музыки, живописи, древности, прежде всего античной и широким изучением живой и мертвой природы каждой местности. Гёте охватывал каждую новую страну, как натуралист и как художник. Помимо живой природы, главным образом растительности, на первое место перед ним выступали большие проблемы биологического характера.

Мы видим, что Гёте чувствовал природу, как живую. Природа для него была область жизни, т.е. биосфера. За пределы биосферы можно выходить только мыслью и взором — взором и мыслью в звездное небо, мыслью в недра планеты. Пантеистическое чувство, охватывавшее Гёте, конкретно не выходило за пределы биосферы. В одном месте своих сочинений Гёте, находясь на гранитной вершине Брокена на Гарце, указывает о своем переживании: через гранитную почву, на которой он стоял, он чувствовал излияние на него внутренности ядра планеты. Это чувство не отвечало реальности. В действительности Гёте, находясь на гранитной вершине, не выходил не только за пределы земной коры, но не выходил за пределы влияния жизни, так как гранитная оболочка земной коры отвечает метаморфизованным былым областям жизни, былым биосферам.

Характерно, что Гёте, научно и пристально наблюдавший атмосферу, оставался чужд при этом видимой в ней картине Космоса — звездному и планетному миру. Он интересовался ими, как образованный человек, не более, не как натуралист-испытатель природы, хотя нередко наблюдал в телескоп небесные явления.

24. Геологическая работа в немецких ученых кругах в эпоху Гёте шла вне того основного русла, которое благодаря главным образом английским и шотландским геологам привело течение научной мысли к ее современному уровню.

Современники Гёте Л.Гёттон (1726—1797, главным образом с 1788), В.Смит (1769—1839, главным образом в 1791), Д.Плейфер (1748—1819, главным образом с 1802), Ч.Ляйель (1797—1875, главным образом с 1830) оказали в эпоху Гёте решающее влияние на судьбу геологии. Но Гёте, как и другие немецкие геологи этого времени (1788—1832), этого не сознавали и даже работ их не знали. Такие новаторы геологической научной мысли, как Гёттон и Смит, были Гёте неизвестны даже по имени. Об их достижениях немецкие ученые узнавали прямо или косвенно иногда через десятки лет.

Немецкая геологическая работа шла своим путем, представляла в науке долго провинциальное не яркое течение, которое в значительной мере в данное время, шло по неверному пути и которое к последним годам жизни Гёте было охвачено и перемолото в корне мировым течением мысли.

Мы видим теперь, что и тот спор о нептунизме и плутонизме, который всю жизнь горячо охватывал Гёте (нептунистический центр был недалеко от него во Фрейбурге — А.Г.Вернер, 1750—1817), который занимал девятилетия мысли геологов, особенно немецких, и казался современникам важным, но в действительности им не был, — эти оба представления или сводили всю структуру изучаемых–геологами явлений к влиянию поверхностных сил, царящих по современной терминологии в биосфере — нептунисты (преобладающая роль воды — Нептуна) или допускали преобладающее влияние глубинных частей планеты, ярким проявлением которых являлись вулканы — плутонисты. Высокая температура вулканов

объяснялась нептунистами химическими явлениями, связанными с поерхностью планеты (подземные пожары и т.п.), а плутонистами в эпоху Гёте она относилась к той теплоте, которая наблюдается в каждой точке планеты при углублении с поверхности земли в ее глубь, как к факту наблюдения, или связывалась с космогоническими гипотезами.

Гёттон в конце XVIII в. связал увеличение температуры с метаморфизмам, беря увеличение температуры, как точно установленный эмпирический факт, не вдаваясь в его объяснения. Он был прав, так как объяснить это можно было только после открытия радиоактивности в XX в. Он положил в основу научной работы геологов принцип актуализма, т. е. необходимость при суждении о прошлом Земли исходить из наблюдений сейчас происходящих в ней геологических явлений.

В основе этого положения лежит эмпирическое обобщение, что в геологии проявляется большое дление — очень долгое время, в течение которого выявляется влияние ничтожных, незаметных за период человеческой жизни окружающих нас явлений. «Капля воды разрушает камень». Наблюдаемая нами окружающая природа геологически вечна. Но наряду с этим В. Смит, землемер по профессии, первый изложил основы геологической стратиграфии, точно доказав, что в истории Земли неизменно происходит смена во времени биоценозов и форм живых организмов. Работы Кювье и создание новой науки — палеонтологии — положили прочные научные основы этому новому геологическому явлению. Принцип актуализма был в этом отношении уточнен и ограничен. Гёттон правильно учел влияние нынешней высокой температуры для более далеких от земной поверхности явлений. Немецкие плутонисты эпохи Гёте, как наиболее влиятельный из них Леопольд фон Бух (1774—1853), были далеки от осторожной работы англосаксонских исследователей школы Гёттон — Ляйеля. Они часто исходили из теоретических представлений, ходом науки не оправданных и часто в корне неверных.

Гёте оставался чужд представлениям плутонистов, он был нептунистом, идеи которых господствовали среди немецких геологов

под влиянием А. Вернера, которого высоко ценил Гёте, хотя идей его минералогических и геологических он не разделял.

Спор был сведен к experimentum crucis, к происхождению базальта, которое Вернер объяснял морским осадком, Гёте — кристаллизационными силами, а ряд геологов других стран и немногие немцы, как И.К. Фойхт (I.K.W. Foigt, 1752—1871), более правильно рассматривали (Фойхт, 1796), как вулканическую породу. Фойхт был близок к Гёте, являлся его учителем в геологической полевой работе, авторитет его как геолога был высок для Гёте, но в этом конкретном явлении Гёте ошибочно его не признал.

Нельзя забывать политических условий той эпохи для того, чтобы понять положение Гёте в области геологических проблем его времени. Немецкие ученые, как вкратце уже упоминалось, были годами отрезаны континентальной блокадой от Англии, где в это время создавались (Гёттон, Смит) основные понятия и методика новой геологии. Они их не знали и на них эта работа оказала влияние лишь тогда, когда их методика работы и понимание происходящего сложились. Им пришлось переучиваться.

У французских ученых между тем связь с Англией не прерывалась. Дэви, например, несмотря на блокаду, жил в Париже и переносил туда, в мировой научный центр того времени, достижения творческой великобританской геологической работы. Мы, которые пережили 1918—1920 гг., ярко можем представить последствия для науки блокады Наполеона, длившейся дольше и в условиях общения много менее интенсивного, чем в XX в.

25. Для натуралиста основной работой, однако, является всегда, а в новое время, в XVIII—XX столетиях в особенности, не построение гипотез, гипотетических обобщений, объяснений или теорий, но точное установление и изучение конкретных научных фактов, эмпирическая работа исследователя, участие в коллективной вековой работе над созданием эмпирического научного аппарата естествознания.

Этот элемент всегда присутствует в работе натуралиста, и он один сам по себе может дать, и всегда дает ему, жизненное удовлетворение и понимание окружающего.

Спорные вопросы и объяснения гипотез не являются, вообще говоря, основной его работой. Их может и не быть, и они могут стоять в стороне от круга знаний натуралиста.

У Гёте они были в значительном развитии, но они не составляли основного элемента его работы, охватывая по времени и по труду небольшую часть его жизни. В основе лежала у него наблюдательная и опытная эмпирическая работа естествоиспытателя. В ее процессе Гёте, одаренный глубочайшим художественным творчеством, интуитивным переживанием природы, пантеист и точный натуралист, мог углубляться и охватывать окружающее несравнимо более точно и глубоко, чем в гипотезах и научных построениях вроде нептунизма, на который обычно обращают внимание при оценке Гёте как натуралиста.

В геологии он определял породы и минералы, поскольку это можно было сделать в его время. Он работал в поле, как геолог, готовился к своим геологическим экскурсиям также, как он готовился к изучению древности или произведений искусства. Он овладевал всем раньше известным в литературе о геологическом строении местности. В этой работе он стремился к наибольшей точности и брал из нее все, что можно было взять в его время и в его условиях. В очень многих своих обобщениях он так же ошибался, как и в нептунистических представлениях. Но наряду с этим, конечно, он был в очень многих случаях и впереди своего времени. «Ошибки» при таком характере работы не были ошибками в нашем обычном понимании этого слова. Это было проявление уровня знания времени, раз только (что и было на деле) он работал в поле и в кабинете, как настоящий натуралист своего времени. В виде примера отмечу три геологические проблемы и достижения Гёте, в которых он опередил свое время.

Во–первых, он явился одним из инициаторов создания геологической карты Тюрингии. Любопытно, что цвета для обозначения разных геологических формаций были выбраны Гёте, исходя из идеи о цветности. Он придавал геологической карте большое значение для геологических разведок и с этой точки зрения поддержал карту

Тюрингии, построенную геогностом и натурфилософом Кеферштейном (1784—1866). Цвета этой карты вошли в жизнь и сохранились в современных геологических картах планеты. Они были введены в жизнь международным соглашением на Международном геологическом конгрессе в Болонье в 1878 г.

Другая новая в то время идея Гёте связана с вопросом о геологическом значении ледниковых явлений. Наблюдая в Альпах современные ледники, он правильно заключил о большом значении ледниковых процессов в прежнее геологическое время в Швейцарии и в Германии и о связанных с этим изменением климатических условиях. Он связывал это с существованием в это время похолодания климата. Он был в числе передовых геологов, у которых росла эта идея, давшая начало через 40—50 лет после смерти Гёте новой науке гляциологии.

Еще ярче, мне кажется, это выявляется в его понимании геологического времени. Здесь он на несколько поколений шел впереди. Он был совершенно свободен от библейского и ньютонианского представления о времени. Он мыслил о миллионах лет существования Земли и даже существования человека. Я не знаю таких его печатных выступлений при жизни. Эти его высказывания были опубликованы в посмертных работах (План истории Земли и др. Также в записи разговоров).

Гёте был одним из первых, который заговорил на Западе о миллионах лет геологического времени, о такой длительности нашей планеты после Тысячелетнего перерыва. Это являлось следствием его религиозного пантеистического сознания. Он так же, как Гёттон, мог не мыслить о начале и конце земной природы, пока оставался в пределах геологических наблюдений

Гёте был ярким натуралистом в геологии. Это логически вытекало из его представления о длительности геологических процессов. Эти представления были независимы от Гёттона и английских и шотландских геологов. Один из друзей Гёте, с которым он был в тесном контакте в геологической работе, К.Э.фон Гофф, живший недалеко от Гёте (1771—1837), развивал на геологическом материале те же

идеи. Немецкие ученые неправильно придают фон Гоффу значение новатора в этой области геологии. Хронологически ясно, что это неверно. Ими были Гёттон, Плейфер. Эти примеры достаточны, чтобы выявить живую творческую мысль Гёте в геологии.

Движение науки XX столетия находит в ней некоторые из своих корней, например, новое представление о количественном учете геологического времени, которое так характерно для геологии наших дней. То же самое мы видим и в конкретных, фактических наблюдениях Гёте факты, им наблюдаемые, не прошли бесследно и остаются как ценные указания в архиве науки. До конца жизни он стремился быть в курсе новых достижений и новых пониманий в геологии. С этой целью он пополнял свою минералогическую коллекцию, в старости особенно.

26. Гёте был очень чувствителен к погоде, к барометрическому давлению, но, только ознакомившись с классификацией облаков, выработанной в 1802 г. квакером Л.Говардом (1778—1864), он стал в 1815 г. вести правильные наблюдения и зарисовки. Многолетних работ Ламарка (1800) в этой области он не знал.

Интерес его к метеорологии проявлялся двойственно. Он первый в Германии организовал сеть метеорологических станций в Веймар-Эйзенахском герцогстве, которые быстро распространились в других ее государствах. Его инициативой вызвана была первая горная станция в Шнеекоппе в Исполинских горах (Крконошах) в Чехии.

Наряду с этими точными наблюдениями, его попытки объяснения, самый подход к ним, были неверны и архаичны. Гёте объяснял барометрические колебания колебаниями силы тяжести и видел в барометрическом давлении в связи с этим основное первичное явление для объяснения погоды.

Но основная работа с точки зрения натуралиста — сбор и организация новых фактов — была правильна: точное описание фактов, прежде всего, а не их объяснение; и здесь работы Гёте не пропали.

27. Гёте был не только наблюдателем, но и экспериментатором. Тут мы встречаемся с неправильной оценкой его работы в этой области, связанной с тем, что в гётевской литературе не привыкли до-

статочно учитывать его значение как натуралиста или, правильнее, не сознавалось значение эмпирической естественноисторической работы Гёте для понимания его индивидуальности.

Главной по массе труда и времени была в его жизни экспериментальная и наблюдательная работа для учения о цветах. Она длилась десятки лет. Гёте применял здесь наблюдения в путешествиях и поездках, в поле, в саду, в тенях деревьев, на каждом шагу, в быту. Он отыскивал всякие случайные предметы, которые проявляли особые цветовые оттенки. Нельзя было сделать подарка ему более приятного, как найти такой предмет с особым оттенком, например стеклянный цветной сосуд.

Конечно, для того, чтобы это понять, надо было войти в его своеобразные представления о красках в природе. Друзья его так и делали, как например Эккерман.

Для той же цели Гёте построил ряд новых остроумных приборов, создал целый физический кабинет. Опыты его были точны, они были позже проверены и повторены. Собран им был огромный материал научно точных опытов, при проверке правильных, но все это сделано для доказательства теории, ясно для всякого физика времени Гёте, неверной.

Тут возникает любопытная загадка, по существу не психологическая как часто думают, а более глубокая. Она вскрывает, мне кажется, очень важные черты естествознания, остающиеся часто в тени в научной работе в наше время.

Огромная опытная и наблюдательная работа Гёте о цветности в природе не пропала бесследно в науке. Она вскрыла и вскрывает много новых неизвестных до него фактов и явлений, при жизни его и ли после него частью другими вновь открытых. Так, например, Гёте первый (не Беккерель, позже независимо от него открывший) показал, что только синие и фиолетовые лучи заставляют светиться «болонский пшат» (конкреции барита). Но эта работа имела другое, гораздо большее значение: она положила в действительности начало физиологической оптики, в то время не существовавшей. Гёте вскрыл световое явление, которое зависит от глаза и его проявления,

а не только от физических свойств света. В этой области им установлено впервые множество новых явлений и фактов и работы его при внимательном чтении могут открыть новое и сейчас. Как натуралист он сделал свое основное дело — он неправильно только, и то относительно, его истолковал.

Его работы по физиологической оптике получили в дальнейшем ходе науки большее признание, чем это сперва сделал в 1859 г. Гельмгольц. Работы Геринга во многом оправдали Гёте, но и Геринг и Гельмгольц оторвали объяснения Гёте от его неправильной антиньютонианской физической основы, столь дорогой для Гёте. В своей оптической работе Гёте все время шел наблюдением и опытом. Он строил приборы, повторял новые открытия, например в кристаллооптике, дал ценный по первоисточникам очерк истории учения о цветах и т.д. Характерно, что его больше занимала качественная, чем количественная сторона явления. Мне кажется, что пересмотр материала, собранного Гёте, может вскрыть новое не только в физиологии цветности. Далеко и по сейчас не все ясно и охвачено теорией в учении о цветности природы, в проявлении цветности в биосфере. Физиологическая оптика всего не объясняет.

Но не только в этой специальной, относительно небольшой области физиологии сказалось влияние Гёте. Он еще глубже повлиял на все учение об органах чувств, главным образом через И.Мюллера (1801—1858). В учении И. Мюллера о специфических нервных энергиях, оказавших большое влияние на всю физиологию и через нее на психологию, сказалось влияние идей Гёте.

28. Гёте производил опыты в оранжерее садовода. Эти опыты могут рассматриваться, как провозвестники экспериментальной ботаники XX столетия, развитие которой (Габерланд, Гебель) стоит в исторической неразрывной связи с идеями Гёте о метаморфозе растений, о значении междуузлия, увенчанного листом, и т.д. Гёте учитывал при этом и опыты и наблюдения практиков. В 1784 г. старый садовод–практик Зенгель в Дрездене продемонстрировал Гёте ряд примеров метаморфоза, которые он независимо от Гёте установил. Сейчас же по опубликовании работы Гёте о метаморфозе вошли в

научный обиход, встречая как возражения, так и дальнейшее развитие (Р.Браун, Декандоль). К концу XIX и началу XX вв. они вновь обратили на себя внимание и повлияли на научную мысль (Гебель).

Охватывая природу, как целое явление, Гёте явился одним из натуралистов, которые систематически вводили в научное мышление сравнительный метод научной работы. В частности, это проявилось в его остеологических работах, которые занимали его с конца XVIII столетия, но опубликованы были много позже.

Нахождение межчелюстной кости в черепе человека, сделанное Гёте самостоятельно, в действительности открывалось много раз раньше, о чем Гёте и его современники не знали. О ней знал уже Везалий в XVI столетии. Морфологически, но не генетически, Гёте связывал череп с позвонком, генетической связи при этом по его мысли могло и не быть. Эта работа Гёте имела влияние в создании сравнительной морфологии и не выходит из поля зрения в ней до сих пор. Эти работы отнюдь не являются столь важными для характеристики Гёте–натуралиста, как это часто указывают. Основной работой Гёте, как натуралиста, являлось не обобщение, всегда умозрительное, а искание и установление эмпирических фактов. Научное естествознание и эмпиризм по существу неразделимы.

С опытной и наблюдательной работой такого рода связаны его интересы к прикладным проблемам естествознания, которые он для своего времени охватывал очень глубоко и широко, как очень немногие в его время. Здесь мы встречаемся с представлениями, столь же глубоко связанными со всей его индивидуальностью и с его пантеистическим переживанием природы, как это мы видим и в его художественном творчестве.

Основное значение прикладного естествознания для жизни стало ясным в полном размахе только в наше время — в XX в. Но корни его можно проследить далеко вглубь, когда в XI—XVI столетии научная мысль проникла в мастерские художника, в лаборатории алхимиков, к инженерам, к ремесленникам, к техникам и купцам — в гущу жизни, вне ученых, схоластических тогда, университетов, клерков, докторов юриспруденции и медицины, философов, теологов. Корни

нашей современной науки, приведшие к великому подъему XVII в., одинаково зиждутся в технике практиков — в гуще жизни — и в учености образованного общества.

В эпоху Гёте — с конца XVIII столетия — сделан был второй решительный шаг, причем еще в XVI—XVII столетии Ф.Бекон (1561—1625) ожидал от науки увеличения силы человека над природой, поставил ее задачей дать человечеству новые ее источники. Основной задачей науки стало улучшение условий человеческой жизни. Ученые, а не чуждые науке государственные люди, должны править человеческим обществом. Бекон был не одинок; эти мечтания проникали мыслителей XVI столетия, приводили к социальным утопиям.

Великая французская революция с ее последствиями, бурно отразившаяся на жизни целого поколения—1788—1815—привела к научному пониманию экономической эксплуатации, к объяснению ею бедности и нищеты одних—угнетенных народных масс—и богатства и роскоши других—господствующих классов и семейств династий.

Первые крупные политические мыслители, приведшие к идеям социализма, как Сен-Симон (1760—1825), и к идеям анархизма, как В.Годвин (W.Godwin, 1756—1836), ясно и определенно выдвинули, как задачу точного знания прикладной науки, создание народного богатства в такой мере, при которой при правильном его распределении не было бы в мире нищеты — недоедания — и вызываемых этим человеческих страданий.

Прикладное естествознание, в научной его форме, получило здесь новое глубокое научное обоснование, связавшее его с будущим человека — с новой формой его существования. Значение этих идей сказалось скоро после смерти Гёте в развитии социализма и получило глубокое научное обоснование в трудах К.Маркса.

Огромное историческое значение этого течения мысли стало ясным после нашей революции в происходящем сейчас на наших глазах планировании государственной мощи для правильного распределения народного богатства и максимального использования производительных сил — природных и социальных.

31. Мне кажется, что Гёте, внимательно относившийся к проявлениям мысли первых социалистов, ярко выдвинувший реальную и научную силу прикладного естествознания, как источника власти человека над природой и национального богатства, сознавал нарастание новой идеологии. Он сознавал, что наука, и прежде всего прикладное естествознание, выдвигается как основная социальная сила будущего.

Конкретный опыт Гёте, как «камерального» министра, министра–хозяина маленького немецкого герцогства, дал ему в свою очередь и многолетнюю конкретную базу для размышления в этой же области.

В образной, художественной форме, как основную жизненную цель научного знания, Гёте всего ярче выразил плод своего жизненного опыта во второй части Фауста (1830—1831). Высший смысл жизни Фауста он видел в овладении природой, силами науки для блага народных масс, в создании наукой, я бы сказал языком XX века, ноосферы. Это казалось ему основной государственной задачей, которая для государственных деятелей его времени реально в таком виде почти не существовала.

Здесь Гёте был впереди своего времени. Он, конечно, не мог предвидеть реального конкретного будущего и форм исторически сложившегося его выражения, которое начинает вырисовываться в наше время.

Но характерно, что в истории Фауста он придал как реальную задачу для деятельности одного человека такую, какая исторически совершалась только столетиями и массовой работой: отвоевание новой культурной земли у моря. Мне кажется, в художественной мировой литературе этот образ стоит одиноко.

32. Из предыдущего ясно, как заняты были время и мысль Гёте в течение всей его жизни научной работой натуралиста.

В связи с этим понятно, что Гёте внимательнейшим образом следил за ходом научного знания своего времени. Крут людей, среди которых он вращался, был богат натуралистами и любителями природы. Многих самых крупных натуралистов своего времени он знал лично, со многими был в переписке.

В этом отношении жизнь его сложилась чрезвычайно необычно. Поэт–натуралист, величайший писатель немецкого народа, слава которого сделалась при жизни всемирной, переведенный на все культурные языки, он в то же время, больше чем обеспеченный материально, вошел в качестве министра немецкого княжества в правящие круги европейского, не только немецкого общества.

Гёте в Веймаре занял особое положение, прежде всего вследствие дружбы на всю жизнь с молодым герцогом Карлом Августом. Личная дружба эта переломила всю жизнь Гёте — конечно, не она одна,— но она явилась мощным и действенным житейским фактором. Карл Август, гораздо менее одаренный духовно, чем Гёте, все же был необычайным явлением в своей среде. Подобно Гёте это был человек широких естественноисторических интересов, особенно с начала XIX в., натуралист в душе, редкий тип натуралиста-правителя. Он сохранил до конца жизни интерес в этой области, много читал, знал природу не из книг. В отличие от Гёте он научно не работал, но принимал живое участие в научной работе Гёте изо дня в день.

Благодаря особому характеру двора веймарского герцога, среди обычной светской и придворной жизни и ее мишуры, высокие духовные интересы здесь были сосредоточены в значительно большей степени, чем в какой бы то ни было придворной среде времени Гёте и Карла Августа.

В Германии того времени, беря в совокупности все бесчисленные мелкие самостоятельные государства, а также и большие как Австрия и Пруссия, нигде не было духовной обстановки, подобной созданной веймарским герцогом. К концу жизни Карл Август не устоял против трагической для народа «игры в солдатики». Большие немецкие государства того времени, как Пруссия и Австрия, были культурно исторически и этнически в значительной и подавляющей части своего народа не немецкими, а это сказывалось резко в их, структуре и в духовной жизни. Веймарское герцогство было чисто немецкое, может быть этнически по происхождению частью славянское. Верхние слои немецких государств были охвачены французской культурой, мощно и свободно двигавшей научную мысль. Веймар при Гёте

и Карле Августе, прежде всего благодаря им, стал самым мощным центром немецкой культуры.

33. Но германские государства того времени, как я уже указывал, не высоко стояли в научной мировой жизни. Они пришли в это состояние в ближайшие десятилетия после смерти Гёте. За время Гёте, особенно в первую половину его жизни, в области наук о природе германские государства были глухой провинцией.

В это время ослабело мировое значение итальянской научной работы. Гёте застал еще в Италии, политически разрозненной, крупных первоклассных ученых-натуралистов, как Вольта, д'Ардуино, Спалланцани. Итальянская научная жизнь в эпоху Гёте была выше немецкой, но менее интенсивна, играла меньшую роль в европейской культуре, чем в XVI—XVII столетиях.

Немецкая научная работа в эпоху Гёте быстро росла и слагалась. Но центр научной работы в области естествознания был во время Гёте во Франции. Мировым научным центром являлся Париж, но работа шла и в провинции, например в Монпелье. Англия и Шотландия стояли наравне впереди мировой научной мысли в области наук о природе. Велико было значение Швеции — Линней и Берцелиус были современниками Гёте.

В истории естествознания времени Гёте (1749—1832) большую роль играло новое большое, нами не осознанное, культурное явление: создание научной работы в России и научный охват природы Евразии (я понимаю Евразию, как географический термин).

В этой работе была большая доля немецких и швейцарских ученых, но быстро создавалась и своя творческая мысль. Ломоносов был старшим современником Гёте. Голландия времен Гёте и Дания, хотя в обоих были крупные ученые, например в Дании Эрстад и Мюллер, в это время уже потеряли то значение, какое имели в XVII и в первой половине XVIII в. Во второй половине XVIII в. швейцарская научная мысль в области естествознания стояла в первых рядах. Испания замирала в своем былом значении. Польша переживала в эпоху Гёте трагедию своей государственной гибели, ее начавшееся при этом культурное возрождение слабо выразилось в области наук

о природе (А. Сьнядецкий). Нечего и говорить о других славянских народах. Пуркинье, величайший ученый чех, для Гёте являлся немецким ученым.

Надо сказать, однако, что Гёте, в отличие от других немцев, знал: и высказывал ясное понимание о прошлом Чехии, о XIV—XV вв., когда научно–культурная жизнь Чехии была выше немецкой.

Он, бывая в Богемии, знал и положительно относился к чешскому культурному возрождению, которое как раз в его время пустило прочные корни. Быстро поднималась Северная Америка.

34. Отсутствие личного общения Гёте с французскими и английскими учеными являлось для него печальным обстоятельством для его научной работы. Это отсутствие не могло быть возмещено письменными сношениями, которые уже потеряли к его времени то значение, которое они имели еще в XVII и начале XVIII столетия. Гёте в Страсбурге не встретился ни с кем из крупных французских ученых. Страсбург того времени был чисто немецким городом. Лишь после пребывания в нем Гёте, лишь после французской революции и наполеоновского режима он быстро слился с французской жизнью.

Натуралисты Шотландии и англичане мало посещали Германию времени Гёте: в области естествознания Германия могла дать им мало.

35. Могучее научное движение началось в Германии лишь к середине XIX столетия, когда немецкая естественнонаучная мысль, преодолевшая сдерживающее и искажающее ее влияние философии, впервые стала на ноги и быстро заняла в мировой работе ведущее положение наряду с французской, английской и шотландской.

Если можно жалеть об исторически не бывшем, то можно пожалеть о том, что посещение Гёте Парижа, куда он не раз стремился, не состоялось. Оно ему казалось таким близким в 1797 г., когда он с этой целью находился в армии герцогства Брауншвейгского с французскими роялистами. Мы знаем из биографий ученых XVIII—XIX вв., какое мощное влияние оказывал тогда Париж на всю их дальнейшую научную жизнь. Достаточно вспомнить Дэви, Берцелиуса, А. фон Гумбольдта, Декандоля.

Гёте в старости правильно оценивал роль Парижа: «Такой город, как Париж, где на небольшом клочке земли собраны все лучшие умы большого государства, которые в ежедневном общении, в борьбе и соревновании двигают друг друга кверху... Ко всему этому представьте себе этот Париж не в унылую и скучную эпоху, а в XVIII столетии, когда на протяжении трех человеческих поколений такие люди, как Мольер, Вольтер, Дидро привели уже в движение такие духовные богатства, как нигде в другом месте на всей земле».

Вольтер (1694—1778) и Дидро (1713—1784) были старшими современниками Гёте, современниками расцвета его молодости (до 27—35 лет).

Гёте ощутил влияние Парижа благодаря Гумбольдту (1769—1859), полуофранцуженному пруссаку, который долго там жил и там бы остался, если бы не влияние его брата В.фон Гумбольдта (1767—1835), близкого друга Гёте, и Соре. А. фон Гумбольдт сыграл здесь ту же роль, какую он сыграл для множества немецких натуралистов. Он долго занимал в Париже особое положение, благодаря своей обобщающей мысли, поразительной многосторонности знаний и точных научных исканий при полной материальной независимости.

36. Гёте в миниатюре начал было играть ту же роль, как куратор университета в Иене,— он не смог, однако, играть ее вполне и все больше терял с ходом времени свой научный авторитет в кругу подымавшейся немецкой науки, так как крепко держался за свою теорию о цветности. Он встал в резкое противоречие с медленно, но прочно создаваемой в Германии точной физической и математической наукой благодаря своему неприятию ньютоновского миропредставления. Точное знание неуклонно и непрерывно захватывало научную немецкую мысль, одновременно с этим освободившуюся от философии и умозрительного естествознания, проявлением которого казались современникам, правда, ошибочно, научные концепции Гёте.

Поэтому научное общение Гете было односторонним, так как он все более и более отчуждался от тех немецких ученых, которые в его время строили науку. Гёте горько это чувствовал и страдал от этого

отчуждения, но объяснял его университетским филистерством, отношением «фахгелорторов» к стороннему им кругу исследователей. Это объяснение по существу неправильно. Гёте был сам виноват в этом отчуждении по характеру своей работы, по глубокому и ошибочному в основном непониманию силы и правильности господствующего и все время растущего с ходом времени научного точения и по страстности, с которой он защищал эти свои убеждения.

Не один Гёте из ученых в германских государствах того времени стоял вне профессиональной ученой среды. Но эти другие не встречались с тем отношением к себе, от которого страдал Гёте.

Палеонтолог гр. Штернберг, его друг, или знакомый физик Хладни встречали только признание и уважение в университетской среде. Гёте же встречал резкую критику, несмотря на свое высокое иерархическое положение и почти всеобщее признание его, как великого поэта, потому что он шел вразрез с научной методикой точного количественного изучения природы и основами охваченного математикой естествознания.

При очень страстном отношении Гёте к его теории цветности, современникам не была ясна (как и самому Гёте) новая и ценная сторона его опытов, связанная с создавшейся в его время наукой, физиологической оптикой, позже сведенной на основы ньютонианских представлений.

Гёте не мог иметь нормальное научное общение с быстро научно растущими немецкими профессорами. Он встречал среди них сочувствие старых, отходящих, а не молодых годами и идеями восходящих людей.

37. Ряд «натурфилософов», не сознававших этого быстрого роста нового естествознания, но привыкших к точной методике описательных наук, не отставал от науки своего времени в этой части своей работы (как и Гёте, их идейный противник), но запутывался в философских тенетах и ее умозрительной методике. Таков был, например, Л.Окен, который находился в научном общении с Гёте. Для них, хороших специалистов, как Окен, Карус, Неес, ньютоновское миропредставление было так же чуждо, как и для Гёте. Но они, оче-

видно, не могли связать Гёте с живой немецкой и мировой наукой, с наукой будущего.

Было однако достаточно немецких ученых, которым чувство к Гёте или понимание его научного значения, несмотря на ошибочные его толкования, позволяло сохранить с ним непрерывное научное общение. Они связывали его с живым научным мировым движением. Таков был А.фон Гумбольдт, переживший Гёте на целое поколение (1768—1859), и И.Мюллер (1801 — 1858), один из величайших биологов XIX столетия, создателей новой немецкой науки. Оба прошли через философские увлечения, но достаточно рано порвали с ними. Оба ясно понимали, что Гёте не является натурфилософом, а физиолог И.Мюллер мог оценить большое и новое, что в действительности находилось в учении о цветности Гёте. Мог это оценить и Пуркинье (1787—1862), физиолог в Бреславле[1], один из основателей научной физиологии в Германии, продолжавший и самостоятельно развивавший в молодости некоторые идеи и опыты Гёте. Пуркинье, один из создателей понятия о клетке, огромная роль которого в биологии XIX столетия только теперь выясняется по существу, был величайшим чешским натуралистом. К концу жизни он вернулся в Прагу первым профессором физиологии в возрожденном чешском университете.

Александр фон Гумбольдт посвятил Гёте свои мемуары о географии растений, одну из основных своих работ.

Эти вопросы глубоко интересовали Гёте. Пластичность растительных форм и связи со средой, с климатическими условиями в первую очередь, и с резким отражением ее для всех растительных семейств — идея Гумбольдта — была выражена Гёте в художественных схемах, которые висели в его комнатах и к которым он часто обращался мыслью и в разговорах.

Другой знаток растительности тропиков, исследователь пальм, в морфологии которых Гёте сделал в молодости открытие в Италии, ботаник, широко образованный путешественник и натуралист К.Ф.Марциус (1798—1868) еще больше Гумбольдта принадлежал к дружескому кругу Гёте и не раз из Мюнхена посещал Веймар.

[1]Бреславль – старое русское название города Вроцлав (Польша).

38. Для того чтобы понять, как Гёте, стоявший в некоторых отношениях впереди науки своего времени, тонкий наблюдатель природы и экспериментатор, мог очутиться в таком наложении умственного одиночества в ученой среде в Германии, надо вспомнить состояние естествознания в ней в эпоху Гёте. Нельзя забывать того, что может быть только благодаря этой своей отчужденности Гёте мог охватить в своей работе такие проявления природы (биосферы), которые сближают его с научным движением XX в., заставляют нас с ним считаться.

Только в гётевское время (1749—1832) получило в мировой науке окончательное признание ньютонианское представление о мироздании. Оно легло в основу мировой точной научной работы. Всемирное притяжение, мгновенно действующее, проникающее Космос, движения планет, Солнца, приливов и отливов, падение тел на земной поверхности и движение брошенного камня — объяснялось одной единой причиной, нам конкретно непонятной и противоречащей всем нашим предметным представлениям. Действие мгновенное, на любом расстоянии. Но вычисление, исходящее из этого нелепого для предметно мыслящего человека представления, приводило неуклонно к количественному подтверждению сделанного из него вывода. В эпоху Гёте, когда он был уже сложившимся научным исследователем, создалась небесная механика. Лежандр (1752—1833), итальянец французского происхождения, работавший потом в Берлине и Париже, Лаплас (1749—1827), еще раньше Д'Аламбер (1717—1783) довершили работу Ньютона. Обобщающая мысль и пропаганда Вольтера и энциклопедистов—философов просвещения — создали ньютонианское представление о мироздании, резко отличное от понимания природы самим Ньютоном, возникшее точно математически, как возможное, из открытых им численных законов. Создались впервые, после тысячелетнего перерыва, новые отделы математики, позволившие это сделать. В создании их Ньютон играл первенствующую роль. Казалось, открыт был и мог быть точно использован в жизни один из великих законов простого по устройству мироздания. Искренний теист, единобожник, отрицавший Троицу, признававший

Библию, как откровение, и исходя из нее не признававший Христа богом, Ньютон принимал Апокалипсис и создание земли богом несколько тысячелетий тому назад. Он пытался исчислить точно это начало, а также конец мира согласно Апокалипсису. Ньютон считал, что в своей «естественной философии» он открыл один из атрибутов управляющего миром его творца.

От этого упрощенного представления о мире Ньютона сейчас в науке ничего не осталось.

Другой его вывод сохранился целиком. Ньютон впервые в истории человеческой мысли выявил значение числа и возможность точна, предсказывать огромную область будущих (и бывших) явлений на всем протяжении хода времени. Возможность точного количественного подхода к природе была им доказана вне сомнения.

Для того чтобы принять представление Ньютона, его современникам пришлось в корне переработать прежнее мировоззрение, и прошло около 60 лет после издания ньютоновских Principia Philosophiae Naturalis, прежде чем они вошли в жизнь.

В год, когда родился Гёте (1749), в науке победа ньютоновских Principia была уже ясна, но большинством ученых не принята; в этот и ближайшие годы вымирали последние крупные ученые — их противники — ученые философы и физики картезьянцы и вольфианцы. Гёте пережил и дальнейший большой триумф Ньютона — создание небесной механики и первые успехи проникновения идей Ньютона во все отрасли физики,

А между тем Гёте до конца жизни остался чужд и враждебен ньютонианской картине мира, принципиально не принимал ее.

Гёте мог это делать, оставаясь крупным натуралистом, конечно, лишь при условии непризнания неизбежности в науке количественного подхода к природе, ибо все успехи математической картины мира, созданной на положениях Ньютона, неразрывно связаны с упрощением природы, Гёте признавал такое упрощение в природе ее искажением.

Как это ни странно для натуралиста, такое ошибочное допущение, в общем, не исказило работу Гёте, но оно, очевидно, резко

отразилось в тех его работах, в которых в его время качественные искания могли, а, следовательно, должны были быть количественно выражены. Я здесь употребляю понятие количество не в философском его смысле, в каком в некоторых построениях философии говорится о переходе качества в количество. Качественный подход в науке имеется в конце-концов, только там, где мы не можем научно подойти к природному явлению или телу количественно.

В своей работе Гёте продолжал традиции описательного естествознания, естественных наук в собственном смысле слова.

В эпоху создания новой науки и новой философии в XV—XVII столетиях совершенно разно отнеслись к этому процессу естествоиспытатели, с одной стороны, физики и математики—с другой.

Борьба новой науки со старой вылилась в борьбу против Аристотеля, против схоластической философии, олицетворением которой он исторически являлся. Но одновременно впервые стали известны через гуманистов естественноисторические сочинения Аристотеля, в средние века в Западной Европе неизвестные. Можно в первом приближении выразить происшедшее разделение сил так: философы, создатели нового, и те ученые новаторы, которые связаны с математиками, но резко расходились с аристотелевской физикой, оказались в ряду противников Аристотеля. Между тем натуралисты, врачи главным образом, которые в это время создавали новое описательное естествознание, клали основание новой ботаники, зоологии, минералогии, были, в общем, сторонниками Аристотеля. Таковы были Уоттон, Цезальпин, Гесснер, братья Богены, Альдрованди, Агрикола (Бауер) и другие.

В кадры науки нового времени, точные знания XVII в., результаты работы этих ученых вошли позже, в XIX столетии, когда пышно расцвела новая точная наука, основанная на числе и геометрии, и новая философия, далекая от Аристотеля. Линней дал в руки описательного естествознания мощные орудия исследования своей «Системой природы», быстро охватившей широчайшие круги ученых всего мира. Эта его работа была подготовлена несколькими поколениями. Для этих ученых число не имело того значения, которое оно имело для наук физических и математических.

В этих новых науках — в минералогии, в зоологии, в ботанике, в геогнозии — качество имело подавляющее значение по сравнению с количеством и большинство явлений никак не могло быть количественно выражено. Математика проявлялась в морфологических вопросах в своей геометрической основе.

В сторону морфологии и была направлена главным образом естественнонаучная точная мысль и работа Гёте.

В то же время и в новой философии XIX в., сложившейся в эпоху Гёте, числовой подход к объяснению явлений природы не играл той роли, какую он имел в науках чисто математического характера, науках физико–химических в частности.

Кант всецело принял миропредставление Ньютона, картину мира им созданную. Он пытался с некоторым успехом логически развить ее далее. Для него число, количественный охват познаваемого научно имел не меньшее, может быть большее значение, чем для философии нового времени его предшественников—философии Спинозы, Декарта, Лейбница. Ибо он основывался на научных открытиях Ньютона, заменивших натуралистические представления философов XVII в.

Но за Кантом в этом смысле последовала только часть научной философской мысли эпохи Гёте. Гегель, Шеллинг, особенно Шеллинг, ограничили значение количественной картины природы, которую строила наука на почве представлений и открытий Ньютона. Они расширили базу, философски изучаемую, далеко за пределы естественной философии Ньютона и развившейся на ней экспериментальной науки. Оставляя даже в стороне мистиков, философы послекантовского периода в Германии, натурфилософы, в частности эпохи Гёте, считались с достижениями Ньютона так же мало, как и Гёте, их не признавали и не стремились перенести их в новые области естествознания, в это время слагавшиеся.

41. Непринятие значения числа в строении природы, ее количественного изучения является характерной чертой миропредставления Гёте.

Гёте допускал вследствие этого и был спокоен, если получаемая качественная картина, в общих чертах совпадающая с действи-

тельностью, прямо противоречила Ньютоновской картине мира. Он принципиально не признавал реального существования явлений, которые вскрываются только в сложных приборах, построенных человеком. Так он не признавал реального значения за фраунгоферовыми линиями солнечного спектра и отрицал реальное существование спектра вообще, не считался с количественным анализом его Ньютоном. Он явно и резко не признавал всемирного тяготения в той форме, в какой оно вошло в сознание натуралиста XIX в. Так, занимаясь, последние годы метеорологией, Гёте допускал, что в барометрических колебаниях проявляются пульсации земной силы тяжести — ее меньшие и большие интенсивности.

Числовые данные получают путем разложения природных проблем на более простые: их получают путем анализа природных явлений. Гёте же мыслил синтетически. Он считал, что нельзя разделить природные явления на независимые друг от друга части, без вреда для получаемого вывода. Надо брать природу, как целое.

Его опыты были точные, почти всегда качественные: число в них скрывалось за геометрической общей картиной и им никогда не выявлялось, Конечно, при таком общем подходе к явлениям природы Гёте пользовался числом в химических опытах, которые делал; пользуясь помощью химиков, в т.ч. таких крупных, как Деберейнер (1780—1849), или в кристаллографических измерениях, которые делал Соре, в числах барометра и термометра, которые он сам наблюдал. Но для него были важны не они, а общие, вскрывшиеся при этом правильности.

42. На фоне этого основного и коренного противоречия научной работы Гёте с наукой его времени, с непризнанием им числа и необходимости самого тщательного количественного определения всех данных, с непризнанием ньютоновской картины мира в ее количественном выражении, с непризнанием всемирного тяготения как научной истины (о чем Гёте, сколько я знаю, нигде не говорил прямо), шла научная работа Гёте–естествоиспытателя.

С Ньютоном Гёте не сталкивался на почве всемирного тяготения, так как астрономией Гёте не занимался, хотя наблюдал астро-

номические явления; Гёте с ним столкнулся на почве оптики. Здесь он был явно неправ и благодаря непризнанию многолетней упорной работы Гёте в этой области он всю жизнь чувствовал к Ньютону почти личную нелюбовь. Он не мог относиться к нему беспристрастно, и это сказалось в его историческом очерке учения о цветности. Надо иметь это в виду при чтении его.

43. Надо вносить поправки, ставить в историческую перспективу и другие работы Гёте.

Так, надо иметь в виду, что учения о клетке с ее значением в морфологии организмов в эпоху Гёте еще не было. Оно создавалось при жизни Гёте, но вошло в науку в первые 10—15 лет после его смерти. Гёте лично сталкивался с чехом Пуркинье, который играл видную роль в создании этого понятия, что сделал окончательно Т.Шванн (1810—1882) в 1842 г.

В эпоху Гёте не существовало органической химии. Значение химии в жизни растений Гёте ясно чувствовал, но он говорил о «соках» и т. п. Опять-таки в ближайшие 10—15 лет после его смерти окончательно сложился основной остов органической химии, сразу изменивший всю картину явлений, так трудно выражаемую для Гёте. Значение химического изучения он чувствовал, как и передовые ученые его времени. Еще при жизни Гёте в работах Берцелиуса, с которым он лично общался, органическая химия получила свое цельное выражение, но исследователи живых организмов, каким был Гёте, этим еще не пользовались.

Микроскоп вошел в науку, создал новые отрасли знания к концу его жизни, а расцвел в своем значении несколько лет спустя после его смерти. В 1830—1840 г., с одной стороны, Эренберг возобновил забытые указания Левенгука о вездесущности невидимого простым глазом мира организмов. С другой стороны, микроскоп охватил ткани животных и растений, и выявилось клеточное строение одних организмов и одноклеточный мир других. Хотя Гёте пользовался микроскопом, но, в общем, он создавал свое представление о природе вне его влияния. Возможно, что здесь было Другое обстоятельство, с которым считался Гёте. Не сказалось ли здесь странное отношение Гёте к глазу и к изучению природы через инструменты. Сильно бли-

зорукий Гёте никогда не носил очков. Каковым ему казалось звездное небо, луна и солнце? Как он видел световые тени? Боялся ли он потерять те оттенки, которые дает близорукий глаз без очков? Он смотрел в телескоп и наблюдал и микроскоп, но это являлось противоречием для его охвата природы как целого через глаз непосредственно. Он чувствовал природу через глаз и не хотел ставить между ней и глазом сложных машин, он чувствовал глазом непосредственно единую и неделимую природу как целое.

44. Опыт впервые стал в эпоху Гёте проникать в изучение живой природы все интенсивнее с ходом времени после первого расцвета его в работах великих английских, французских и итальянских натуралистов XVII столетия.

Гёте в этой области являлся одним из новаторов, он был близок с А.Гумбольдтом, который тогда вновь вернулся к работам своей молодости конца XVIII в., к физиологическим работам. Но Гумбольдт вернулся к этим работам на фоне и с методами новой физики и новой химии — в количественно охватываемой природе. В своем «Космосе» и в своих Картинах природы» он дал блестящий синтез числа и красоты, который был чужд концепциям Гёте. Гёте не пошел по этому пути, как отверг и микроскопические наблюдения, которые привели в конце-концов к величайшим биологическим открытиям, уже начавшимся в его время.

Без микроскопа и без опоры на измерение и на числа теряла свою ясность морфологическая концепция Гёте в ботанике и в зоологии. По своей сути его идеи требовали микроскопического или количественного выражения. Они не могли удержаться и сохранить свое лицо в массе точного числового или микроскопического наблюдения, которое в последние годы жизни Гёте и вскоре после его смерти в корне изменили морфологические представления.

Но конкретное содержание этой научной работы конца жизни Гёте не охватывало всего понимания морфологических воззрений Гёте. Само слово «морфология» введено в науку Гёте. Он понимал его шире, чем современники, не только как проявление видимой формы, но и как одновременное непрерывно меняющееся внутренне динамическое содержание (хотя бы в форме химического равно-

весия). Поэтому они вновь вызвали интерес морфологов только в XX в., когда научная мысль могла дать этим динамическим равновесиям приспособляемости форм и функций организма— выражение в числе и мере, в физических равновесиях, столь чуждых Гёте. Признание значения внутренних процессов, невидимых простому глазу и даже невидимых в микроскоп, в морфологических явлениях сближают новые искания биологии с морфологическими представлениями Гёте. Но эти новые представления целиком охвачены числом и мерой,— они в сущности иные, чем думал Гёте. И все же они по существу ближе к идеям Гёте, чем к господствующим научным представлениям его времени.

45. В геологии, как мы видели, Гёте-нептунист отрицал значение внутренних сил планеты для процессов, наблюдаемых в геоморфологии и в биосфере вообще, придавая основное значение воде, а вулканическим процессам искал объяснение в химических явлениях. По существу и здесь наука нашего времени ближе к Гёте, чем господствующие представления его времени и даже всего XIX в. Если мы включим явления радиоактивности, неизвестные Гёте, то представления нашего времени о геологических процессах Земли будут ближе к представлениям Гёте, чем к победившим в его эпоху воззрениям геологов–плутонистов.

Ибо и вулканические явления, и процессы горообразовательные оказываются проявлениями земной коры, а не внутренности планеты — Жизнь, как и думал Гёте, играет в этих процессах огромную роль.

46. Если мы сейчас попробуем подвести итог научных исканий и работ Гёте, как натуралиста, не в масштабе его времени, а по отношению к нашему времени, мы должны будем признать, что они имеют для нашего времени реальный интерес и указывают на явления, упущенные наукой его времени, разрешение которых есть дело ближайшего будущего. Мы подходим сейчас к ним с иных сторон и в другой обстановке, чей подходил Гёте, подходим, не выбрасывая из своего кругозора и своих рук могучего рычага количественного, числового научного знания.

Уже ученые конца XIX века—начала XX, как я это выше указывал, были ближе к Гёте, чем его современники. В начале нашего века Т.Мерц в своей истории научной мысли в Западной Европе в XIX веке указал, что Гёте провидел многие идеи XIX столетия и до конца его сохранял свое значение. Он выдвинул при этом, что Гёте являлся ярким представителем синтетического взгляда на природу — изучения явлений или естественных тел, как целого. Эта сторона научного подхода Гёте становится еще более близкий нам, натуралистам XX столетия.

Гёте в своей работе и в своем научном мышлении не только не принимал ньютоновского миропредставления со всеми его последствиями и вследствие этого отстал от своего времени, нов то же самое время он был натуралистом, работавшим синтезом, а не анализом. Из его современников Ламарк (1744—1829), Жофруа Сент–Илер (1772—1844) и ряд других крупных ученых являлись людьми того же умственного склада. Декандоль (1778—1841), с которым сталкивался в работе Гёте, и Кювье (1769—1832), наложивший печать на всю мировую научную мысль, были людьми резко иного типа. Отличие Гёте от Ламарка и Жофруа Сент–Илера состояло в том, что Гёте не был натурфилософом, которыми были в значительной степени оба эти французские ученые и мыслители, особенно Ламарк.

Гёте всегда был натуралистом-эмпириком, исходившим из опыта, научного наблюдения и к ним непрерывно возвращавшегося. Может быть, даже этим объясняется неясность его идеологического подхода к изучению природы. Его подход был всегда, прежде всего действием, а не размышлением или мечтанием.

Гёте синтетик, а не аналитик, великий художник, чрезвычайно ярко чувствовал единство—целое природы, т. е. биосферы, как в ее целом, так и в отдельных ее проявлениях. Это ярко сказывалось в течение всей его долголетней жизни. Очень характерно для Гёте, что его целое не было механически прочным — неподвижным, как мог проявляться современникам Мир всемирного тяготения. Это было вечно изменчивое, в частностях неустойчивое равновесие, не механизм, а организованность.

47. В нашей, резко иной научной обстановке, чем та, в которой работал Гёте, может быть для его понимания полезно прочесть запись Эккермана о своем разговоре с Гёте, которую он сделал 114 лет тому назад — 20 февраля 1831 г.: «Человеку свойственно (сказал Гёте) рассматривать себя, как цель творения, а все прочие вещи лишь в отношении к себе и лишь постольку, поскольку они ему полезны или вредны...» «...Если таковы вообще мысли человека, то таковы они и в каждом частном случае; он не обинуясь переносит этот обычный взгляд и в жизнь, и в науку и, рассматривая отдельные части организованного существа, тотчас же ставит вопрос об их назначении и пользе. До поры до времени этим можно пробавляться даже в науке, однако очень скоро наталкиваешься на явления, для понимания которых такой примитивный взгляд недостаточен и при отсутствии более высокой точки зрения запутываешься в противоречиях». На частном примере рогов быка Гёте это развивает. Это теологическое толкование природы в науке отошло в прошлое, но в эпоху Гёте оно было живо и сильно характеризовало первую половину XIX столетия, длилось даже впредь до победы дарвинизма. По существу оно лежало в основе работы Ньютона, давшего ей более глубокое обоснование в своей естественной философии. Ньютон, глубоко верующий теист, считал, что в своем математическом анализе природы он выявил атрибуты Божества, его план. Пантеист–Гёте, рассматривавший природу, как единое целое, не принимал вне ее и от нее независимо Провидения. «Примитивный» взгляд на природу был ему глубоко чужд. Бык имеет рога, чтобы защищаться, согласно теологической точке зрения. «Совершенно иное будет, если я скажу, что бык защищается рогами, потому что они у него есть. Вопрос о назначении, вопрос, зачем совершенно не нужен. Но значительно дальше продвигает нас вопрос как. Если я ставлю вопрос: как растут у быка рога, то это приводит меня к рассмотрению его организации, и я вместе с тем узнаю, почему у льва нет и не может быть рогов».

Гёте в этом рассуждении оставил в стороне тот вопрос, который ставит натуралист, стоящий на точке зрения ньютонианского мировоззрения, совершенно в действительности чуждый — теисти-

ческой для Ньютона—основе его научного мышления; не вопрос зачем (теологический взгляд, основанный на провидении, на промысле божьем), не вопрос как (изучение природы, как целого), а вопрос почему (причинного объяснения явления, физика, разложение природы на их более простые явления, выделяя мысленно их из природы и изучая отдельно от целого). Для Гёте эта последняя точка зрения в научной работе являлась недопустимой. «В черепе человека есть две пустых пазухи. Вопрос, зачем не сдвинул бы меня с места, тогда как вопрос как учит меня видеть в этих пазухах остатки животного черепа; у животных при более низкой организации они имели более сильное развитие, но и у человека, несмотря на высоту его организации, еще не совсем исчезли».

Так как Гёте оставляет вопрос, почему в стороне, то для него исчезает следствие генетического происхождения этих пазух от животных предков человека. Этот вывод для Гёте не представлялся логически обязательным. Но в природе, как целое, он эмпирически видит проявление закономерности, которая проявляется в морфологической структуре, единой 3 для всего живого. Гёте не шел дальше, так как он, как натуралист, дальше идти в свое время не мог. Никаким объяснением реальности он не занимался, он, как ученый, давал только точное описание: как. Для образованных людей XIX и XX вв., всецело проникнутых числовым выражением природы, такое успокоение мысли Гёте казалось не только недостаточным, но и непонятным. Пытались видеть в нем глубокий, не выраженный словами философский смысл, чуть ли не возвращение к идеям Платона.

Мне кажется, мы видим здесь проявление строго эмпирической мысли натуралиста, не выходящего за пределы описания явлений. Гёте описывал закономерность окружающего, природы, которая выражается в установленном им единстве всего, в данном случае живого, которое выясняется в таких частных, казалось, фактах, как рога быка или пустые пазухи человеческого черепа.

48. Для нас, людей первой половины XX столетия, через сто лет после смерти Гёте, этот характер научной работы и естественноисторических обобщений научного эмпиризма Гёте представляет осо-

бый интерес и делает старомодно выраженную Мысль Гёте, если мы переведем ее на наш язык, живой и близкой.

Беря частный случай явлений жизни, которые особенно интересовали Гёте, мы знаем, что, во-первых, жизнь неразрывна от окружающей среды, и что эта окружающая жизнь среда не есть от нее независимая бесформенная ей чуждая среда космическая, как это в средине XIX в. думал Клод Бернар (1813—1878). Жизнь космической среде чужда, но она неразрывно связана с определенным строением земной оболочки с чем-то целым и ограниченным — с биосферой, генетически с жизнью связанной и ею в значительной степени создаваемой. Природа Гёте есть только биосфера, имеющая определенное строение, и Гёте был прав, когда стремился, рассматривая любое природное явление, искать проявления целого—природы—строения биосферы—в бесчисленных частных ее проявлениях. В эпоху Гёте такое понимание природных явлений было исключением.

В действительности со времени Гёте создался огромный новый научный язык, который делает чрезвычайно трудным просто и без толкований читать его писания. Все же в них часто можно найти, даже сейчас, новое.

Особенно два фактора, которые за последние сто лет совершенно изменили наше понимание земной природы и которые или не сознавал или не принимал Гёте, делают чтение его естественноисторических произведе-ний без комментариев трудными. Это, во–первых, числовой и причинный охват понятия природы, в данном случае таковое выражение биосферы, и, во–вторых, учет времени существования природы. В эпоху Гёте подавляющее количество натуралистов учитывали ее тысячами лет, может быть некоторые думали, но не высказывали этого, об извечности мира. Время не входило в мышление натуралистов. Сейчас мы живем на переломе. Мы измеряем время на земной поверхности миллиардами лет ищем их проявления в окружающей нас природе на каждом шагу. А с другой стороны мы не отделяем времени от пространства, т.е. от реальности, от целого, которое есть для нас время — пространство, а не пространство и время, и мы не видим для нее в науке ни начала, ни конца.

В этом отношении Гёте принадлежал, благодаря своему пантеизму, к нашему времени, а не к своему.

Как «целое» — синтетически — он охватывал не только земную «природу», т.е. биосферу, но и каждый организм, и всю их совокупность — «живую природу». Синтетическое изучение объектов природы — ее естественных тел и ее самой, как «целого» — неизбежно вскрывает черты строения, упускаемые при аналитическом подходе к ним и дает новое. Этот синтетический подход характерен для нашего времени в научных и философских исканиях. Он ярко проявляется в том, что в наше время грани между науками стираются; мы научно работаем по проблемам, не считаясь с научными рамками. Гёте был натуралист прошлого, вступивший на этот путь раньше времени. Он уже по одному этому представляет для нас живой интерес современности. Новое философское творчество идет по тому же пути.

Гёте не был философом, но новые философские искания ближе к его пониманию окружающего, чем философские системы его времени и XIX столетия. Этот факт нельзя не отметить для правильной оценки его положения в истории мысли.

Еще два явления надо подчеркнуть. Во–первых, то, что Гёте всю жизнь менялся и все время находился, как духовная личность, в росте и в созидании (in's Werden). Он не остановился в этом процессе до последних дней жизни. Нить оборвалась внезапно. Во-вторых, в течение всей своей жизни в своем in's Werden, будучи глубоко мыслящим и ищущим натуралистом, он в процессе своего становления никогда не сходил с пути реальности на путь мистики или рационализма — на путь «философии».

Это был мудрец, а не философ, мудрец–естествоиспытатель.

Очень возможно, как тонко отметил американский философ Р.Сантаяна[1], «он был слишком мудр, чтобы быть философом в обычном смысле (in technical sence)».

---

[1]Джордж Сантаяна (16.12.1863, Мадрид — 26.09.1952, Рим) — американский философ и писатель испанского происхождения. Известен, в частности, шеститомным философским сочинением «Жизнь разума».

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ Л.Д.КУЧМЫ 5
ПРЕДИСЛОВИЕ Е.В.МИЛОВАНОВА.
ВЛАДИМИР ВЕРНАДСКИЙ. С ЛЮБОВЬЮ К ПРИРОДЕ
И С УКРАИНОЙ В СЕРДЦЕ 7
К ВОПРОСУ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПОЧВ
О необходимости анализа газов почв 23
Записка об ученых трудах профессора К.К.Гедройца..... 36
Записка об ученых трудах профессора К.Д.Глинки 40
Записка об ученых трудах профессора Ф.Ю.Левинсон–Лессинга 44
Часть I
БИОСФЕРА И НООСФЕРА
ОТ АВТОРА..... 50
ОЧЕРК ПЕРВЫЙ. БИОСФЕРА В КОСМОСЕ 53
Биосфера в мировой среде 53
Биосфера как область превращений космической энергии 61
Эмпирическое обобщение и гипотеза 67
Живое вещество в биосфере 73
Размножение организмов и геохимическая энергия живого вещества 79
Зеленое живое вещество..... 100
Несколько замечаний о живом веществе в механизме биосферы 117
ОЧЕРК ВТОРОЙ. ОБЛАСТЬ ЖИЗНИ 124
Биосфера — земная оболочка 124
Живое вещество первого и второго порядка в биосфере 143
Пределы жизни 158
Границы живого в биосфере 165
Жизнь в гидросфере 177
Геохимические циклы сгущений жизни и живых пленок гидросферы 188
Живое вещество суши 200
Связь живых пленок гидросферы и суши 207
ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ И ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО 210
НАЧАЛО ЖИЗНИ И ЭВОЛЮЦИЯ ВИДОВ 232
БИОСФЕРА 241
НООСФЕРА 249

Часть II

ФРАГМЕНТЫ ИЗ НАУЧНЫХ ТРУДОВ, СТАТЕЙ, ПИСЕМ И ДНЕВНИКОВ В.И.ВЕРНАДСКОГО, ОТРАЖАЮЩИЕ ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЕГО ИДЕЙ О ПЕРЕХОДЕ БИОСФЕРЫ В НООСФЕРУ

1.Разум и труд человека как геологическая сила планеты 258
2.Мысли о ноосфере 298
НЕСКОЛЬКО СЛОВ О НООСФЕРЕ 322
АВТОТРОФНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА 334
ГЁТЕ КАК НАТУРАЛИСТ (МЫСЛИ И ЗАМЕЧАНИЯ) 355

Проблемы экологии и естественное стремление потребителей использовать максимально чистую, безопасную для собственного здоровья и окружающей среды продукцию ежегодно становятся все актуальнее, подтверждением чему является развитие органического агропроизводства в мире.

ФЕДЕРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ УКРАИНЫ ставит целью объединение усилий хозяйств, научных и учебных заведений, перерабатывающих, других предприятий и учреждений, заинтересованных в производстве распространении здоровой, безопасной для потребления продукции, при производстве которой придерживаются бережного отношения к земле, людям, природе в целом.

Своим заданием Федерация, в частности, видит:

- содействие сохранению и воспроизведению окружающей среды;
- распространение информации и пропаганда преимуществ органического, биодинамического производства; разъяснения производителям и потребителям особенностей упомянутых направлений;
- содействие разработке нормативных документов в области органического производства в издании научно-методической литературы, учебников, пособий, периодических изданий, в частности журналов ORGANIC UA;
- содействие развитию как производства органической продукции, так иформированию внутреннего и внешнего рынков такой продукции.

Своими первоочередными приоритетами Федерация рассматривает: содействие разработке и скорейшему принятию Верховной Радой Украины Закона об органическом агропроизводстве; широкое объективное освещение отрицательного влияния применения агрохимикатов и ГМО на окружающую среду; дальнейшее сотрудничество с Международной Федерацией органического сельскохозяйственного движения (IFOAM), членом которой она является.

Приглашаем всех заинтересовавшихся к плодотворному и взаимовыгодному сотрудничеству!

ФЕДЕРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ УКРАИНЫ

Наш адрес: 04071, г. Киев,
ул. Оболонская, дом.4, офис 1
Тел/факс +380 (44) 425-55-25
www.organic.com.ua
e-mail: ofu@organic.com.ua

Пан Еко®

Исключительно сертифицированные органические продукты производятся под этой уважаемой торговой маркой в Украине и других странах. При их употреблении Вы получите ряд преимуществ по сравнению с обычной продукцией, о чем свидетельствуют исследования передовых научно-исследовательских институтов мира:

1. **Польза.** Органические продукты содержат на 50% больше витаминов, минералов, питательных и биологически активных веществ, в сравнении с традиционными продуктами.

2. **Чистота.** При производстве органической продукции запрещено применять химически синтезированные удобрения, пестициды и гербициды, генетически модифицированные организмы (ГМО), запрещено использовать химические методы обработки.

3. **Вкус.** Органические продукты имеют яркий натуральный вкус. Ведь их внутренняя структура не уничтожена искусственными химическими добавками и вредными методами обработки.

4. **Экономия.** Употребление в пищу органической продукции сохраняет и укрепляет здоровье и уменьшает Ваши затраты на медицинское обслуживание. Хотя эти продукты немного дороже произведенных по обычным технологиям, для утоления голода их надо меньше, а ощущение насыщенности продолжается несколько дольше, потому что органические продукты содержат больше питательных веществ. Поэтому органические продукты – экономически выгодны.

5. **Защита окружающей среды.** Производство продукции **Пан Еко** происходит по действующим стандартам ЕС для ведения органического хозяйства, обеспечивая сохранение природы от сокрушительного действия агрессивной химизации, излечивая нашу землю, накапливая питательные вещества в почве, сохраняя воздух и воду от химического загрязнения.

Торговая марка Пан Еко – это настоящая сертифицированная органическая продукция, весь процесс выращивания, переработки, упаковки которой постоянно контролируется международными экспертами по соблюдению высоких стандартов Европейского Союза.

Любите и уважайте Себя и своих близких, заботьтесь о Нашей Земле!

www.pan-eko.com

ФЕДЕРАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ УКРАИНЫ

представляет книги серии:

Библиотека журнала ORGANIC UA

1. Овсинский И.Е. К лучшему урожаю. Избранные сочинения.

2. Подолинский Алекс. Биодинамическое земледелие. Вступ. лекции, Т.1.

3. Подолинский Алекс. Биодинамическое земледелие. Вступ. лекции, Т.2 и Т.3.

4. Дарвин Чарльз. О происхождении видов путем природного отбора.

5. Дарвин Чарльз. Формирование плодородия почвы благодаря действиям червей с наблюдением за их поведением.

6. Штайнер Рудольф. Курс лекций по сельскому хозяйству.

7. Пфайффер Эренфрид. Плодородие земли, ее поддержка и обновление.

8. Пфайффер Эренфрид. Биодинамическое садоводство и земледелие. Т. 1,2,3.

9. Колиско Евген, Колиско Лил. Агрокультура завтрашнего дня.

10. Хаушка Рудольф. Учение о субстанции.

11. Хаушка Рудольф. Учение о питании.

12. Хаушка Рудольф. Учение о лекарственных средствах.

13. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера.

14. Вернадский В.И. Очерки геохимии.

15. Вернадский В.И. Размышления натуралиста.

16. Гете И.В. Избранные сочинения по естествознанию.

и много другой полезной, интересной, познавательной литературы. Следите за анонсами на страницах журнала ORGANIC UA, а также на сайте журнала

www.organic.ua

Наукове видання

Бібліотека журналу ORGANIC UA. Книга 10
Серія: «Вітчизняна думка», книга 4

Володимир Іванович Вернадський
БІОСФЕРА І НООСФЕРА

Відповідальний редактор к.е.н. ***Євген Милованов***
Редактори: ***Павло Гайдуцький, Віктор Клоченок, Інна Колесник, Андрій Коняшин, Володимир Ніщета, Павло Писаренко, Віктор Самородов, Вадим Ткачук***

Комп'ютерна верстка ***ФОП Василик А. І.***
Художнє оформлення ***Дмитра Конюхова***

Підписано до друку 05.03.2013
Формат 60x84/16. Папір офсетний. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк.24,18. Обл.–вид. арк. 26,4.

Видавнича компанія «АРС»
тел.: (032) 253 87 31, 247 68 31
e-mail: arsbook2011@gmail.com

АРС
видавнича компанія

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи в реєстр видавців, виготівників та розповсюджувачів видавничої продукції серія ДК № 4239 від 22.12.2011

В 35 **Вернадский В.И.** Биосфера и ноосфера/ Библиотека журнала ORGANIC UA. — Кн.10., Т.1. — ВК «АРС», 2013. — 416 с. — серия «Отечественная мысль», Кн.4.

Настоящий сборник «Биосфера и ноосфера» является первым томом Собрания сочинений В.И.Вернадского и входит в издающуюся с 2009 г. «Библиотеку журнала «ORGANIC UA». Это издание приурочено к 150-летию со дня рождения В.И.Вернадского. Оно стало возможным благодаря поддержке Президентского фонда Леонида Кучмы «Украина». В нее включены наиболее значимые и актуальные произведения ученого, посвященные вопросам строения биосферы и ее постепенной трансформации в сферу разума — ноосферу. Кроме того, в этот сборник вошла одна из последних статей академика, посвященная Гете, которого Вернадский считал не только великим поэтом, но и выдающимся натуралистом и в этом аспекте может быть сравним лишь с Платоном и Леонардо да Винчи.

Издание рекомендуется Федерацией органического движения Украины не только для студентов, научных работников, преподавателей естественнонаучных дисциплин, но и для всех тех, кто интересует вопросами биологии, экологии, философии и истории науки. Эта книга достойна занять почетное место в книжной коллекции, как любителя научной литературы, так и человека, стремящегося постоянно расширять свой кругозор.

ISBN 978-966-2739-21-3 **ББК 72.3 Рос.**