
ДОКЛАДЫ ЛАУРЕАТОВ БОЛЬШОЙ ЗОЛОТОЙ МЕДАЛИ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА РАН 2019 ГОДА

НАШИ ВНУКИ, КАК И МЫ СЕГОДНЯ,
БУДУТ ЖИТЬ В АНТРОПОЦЕНЕ

© 2021 г. П. Й. Крутцен

Институт химии Общества Макса Планка, Майнц, Германия

E-mail: paul.crutzen@mpic.de

Поступил в редакцию 01.07.2020 г.

После доработки 24.08.2020 г.

Принят к публикации 01.11.2020 г.

Доклад лауреата Нобелевской премии по химии П.Й. Крутцена затрагивает несколько аспектов современного понимания новой геологической эпохи, напрямую связанной с деятельностью человека в масштабах планеты, — антропоцена. Рассматриваются ставшие сегодня актуальными проблемы, волновавшие философов и мыслителей прошлого. Особое внимание уделяется вкладу академика В.И. Вернадского, заложившего эмпирический фундамент науки о биосфере. Автор привлекает внимание к серьёзным последствиям рукотворного изменения климата и выражает надежду на то, что осознание грозящих опасностей, о чём будет свидетельствовать принятие не только учёными, но и обществом в целом концепции антропоцена, поможет избежать ухудшения климата и вывести человечество на устойчивый путь в будущее.

Ключевые слова: антропоцен, человечество, глобальные изменения, эволюция.

DOI: 10.31857/S0869587321010059

Желание жить лучше — иметь комфортное жилье, качественно питаться, поддерживать своё здоровье, при этом избегая трудностей и страданий, не теряя надежды и способности к позитивному мышлению, — свойственно практически всем нам. Однако не стоит забывать, что благополучие индивида в немалой степени зависит от социума. В свою очередь благополучие социума неразрывно связано с состоянием природной среды, а оно, особенно в последние десятилетия, вызывает тревогу. Масштаб, скорость, интенсивность и многообразие изменений на нашей пла-

нете настолько ошеломляющи, что у всех, кого тревожит её будущее, возникает опасение, что эти процессы выходят из-под контроля. Осмыслить происходящее возможно только с использованием инструментария науки. Учёные, владея этим инструментарием, несут моральную ответственность перед обществом — они должны указывать людям необходимые ориентиры, используя всё лучшее, что дают наблюдения, эксперименты, накопленное знание, творческая способность к воображению, наконец, понимание, рождающееся в дискуссиях и выражаемое в докладах и выступлениях.

Со времени публикации в мае 2000 г. моей совместной с профессором биологии Мичиганского университета (США) Юджином Стёрмером статьи “Антропоцен” в информационном бюллетене Международной геосферно-биосферной программы (IGBP — International Geosphere-Biosphere Programme) [1] в мире выполнено огромное количество исследований в самых разных областях науки. Результаты впечатляющи: сегодня мы располагаем всё возрастающим потоком информации о самом широком круге процессов. Накоплен огромный, пока до конца неосмысленный объём знаний, свидетельствующих о нашем прозрении и запоздалом понимании, насколько взрывоопасно наше воздействие на планету



КРУТЦЕН Пауль Йозеф — почётный директор Отдела химии атмосферы Института химии Общества Макса Планка, иностранный член РАН (Отделение наук о Земле РАН, секция океанологии, физики атмосферы и географии).

(появился термин “The Great Acceleration” — “Большое ускорение”, отражающий стремительный, на миллиарды, рост численности населения Земли начиная с середины XX в. и повсеместную индустриализацию). Эта интеллектуальная работа олицетворяет врождённое неуёмное стремление *Homo Sapiens* к познанию планеты и пространства вне её, а наряду с этим — стремление к улучшению жизни на Земле, стремление к избавлению, насколько возможно, от страданий, сопровождающих человечество на протяжении его истории.

Но всегда ли мы, люди, действуем разумно? Каждый из нас считает себя мудрым и рассудительным, однако, заглянув в себя поглубже, может признать, что временами совершает поступки, которые нельзя признать мудрыми. И это грустное наблюдение можно отнести не только к индивиду, но и к их группе, что я проиллюстрирую на примере пьесы замечательного немецкого драматурга Бертольта Брехта “Жизнь Галилея”.

Эта эпическая пьеса повествует о периоде жизни великого итальянского учёного, датированном 1609—1642 гг. Брехт написал её в 1939 г. в Дании, будучи изгнанником из-за царивших в Германии ужасов нацизма. Впервые пьеса была поставлена в Цюрихе в 1943 г. В 14-й сцене Галилео Галилей в разговоре с Андреа Сартти восклицает: “Я убеждён, что единственная цель науки — облегчать тяготы (Mühseligkeit) человеческого существования. А если учёные, запуганные эгоистичными правителями, станут самонадеянно заниматься наукой ради науки, то наука может стать калекой, а ваши новые машины принесут только новые тяготы”. Помимо критического взгляда Галилея на коллег и на самого себя, в пьесе присутствует другой важный момент: в ней озвучиваются плохие (с позиций общества первой половины XVII в.) новости, в данном случае научные. Когда вольнодумец, вопреки вековой твердокаменной геоцентрической точке зрения, утверждает, что Земля движется вокруг Солнца, а не наоборот (Die Sonne steht still, die Erde kommt von der Stelle), то как могут обычные люди и власть предержащие принять это фундаментальное научное открытие, которое развеивает их веру в своё центральное место в Солнечной системе? Отрицание прежних представлений, считавшихся истиной, рождает страх и гнев. Воистину, потребовались многие годы, чтобы общество и власть смогли проглотить эту “горькую пилюлю” научного знания.

Не является ли сегодня концепция антропоцена подобной горькой пилюле? Создаётся впечатление, что в нашу эпоху, хотя учёные-климатологи неоднократно на протяжении десятилетий приводили неопровержимые доказательства причин, масштабов и серьёзности климатических изменений, история с неприятием “горькой пи-

люли” научного знания повторяется. Однако в сравнении с проблемами времён Галилея перед нами две новые. Одна из них — необходимость осознания того факта, что мы вступили в антропоцен. Другая же заключается в том, что во избежание грозящего ущерба и возможных страданий в глобальном масштабе мы должны начать действовать. В каком-то смысле мы, человечество, снова в центре. Справимся ли с этим вызовом? Мы просто обязаны, потому что атмосфера, биосфера, океаны и криосфера уже серьёзно пострадали от действий человека. Мы долго не предпринимали серьёзных мер, наивно играли в “пожизнён — увидим”, но реальность заставляет нас открыть глаза, признать справедливость опасений климатологов. Можно констатировать: климат меняется столь быстро, что даже используя постоянно развивающиеся методы исследований, мы с трудом успеваем следить за меняющимися условиями на Земле. Понятно, что серьёзные научные исследования требуют немалого времени, однако уже сегодня мы знаем наверняка, что ситуация крайне опасна. Скорейшее уменьшение зависимости от использования нефтеносных песков, сланцевых углеводородов, ископаемого угля, нефти и природного газа — самая актуальная задача, стоящая перед человечеством сегодня.

Перечень научных достижений, в контексте рассматриваемой темы имея в виду достижения, опирающиеся на знания об окружающей среде, длинен. Ещё в первой половине XVI в. немецкий учёный Георгий Агрикола в одном из своих трактатов писал о мерах предотвращения поступления в окружающую среду токсичных паров и пепла при выплавке и переработке руды, вредящих полям земледельцев. Успехи в борьбе с отравлением токсичными веществами (например, мышьяком и тяжёлыми металлами, особенно ртутью и свинцом), с кислотными дождями, смогом и загрязнением воздуха, “озоновой дырой” и многими другими проблемами обнадёживают. Столкнувшись ещё в доисторические времена с опасностями, таившимися в саванне и джунглях, природными инфекциями, вызывающими различные заболевания, ныне *Homo Sapiens* всё чаще сталкивается с другими опасностями — теми, которые порождены научно-техническим прогрессом, по сути являющимся самым сложным и плохо контролируемым экспериментом огромного масштаба. Ставки высоки! Вновь и вновь мы открываем Ящик Пандоры и вынуждены иметь дело с последствиями своих непродуманных действий. Маленький котенок может прогуляться по бельевой веревке, не сильно рискуя, в то время как *Homo Sapiens*, бездумно пытается проделать именно такой трюк, ставя на карту своё будущее.

Напомню об идеях ещё одного мыслителя. Французский священник-иезуит, философ и тео-

лог, геолог, палеонтолог, археолог, антрополог Пьер Тейяр де Шарден (1881–1955) был вынужден оставить богословие ради занятий наукой (как и Галилей, которому пришлось иметь дело с инквизицией в 1632 г.). В 1929 г. Тейяр де Шарден, находившийся тогда в изгнании и бывший авторитетным членом команды Национальной геологической службы Китая, обнаружил фрагменты останков, позднее известных как синантроп (“пекинский человек”). И именно Тейяр де Шарден взялся решить, как когда-то Блез Паскаль (1623–1662), возможно, невыполнимую задачу – примирить науку с религией или наоборот. Его поиски понимания образа жизни человека на протяжении всей его эволюции, особенно открытие возможной “цели” или “смысла” нашего существования, соотносятся с самым главным, но едва ли возможным для ответа и сугубо фундаментальным вопросом. Помогая собрать воедино удивительно головоломную мозаику картины человечества, которая складывалась всё быстрее благодаря осмыслению и научному поиску, Тейяр де Шарден с 1923 г. работал над концепцией ноосферы. Смысл её, говоря простым языком, заключается в том, что над биосферой находится сфера разума. Это сфера мышления и осознания человечества как целого, призванного развиваться далее так, чтобы в конце концов составить единство со всем сущим на планете.

В 1922–1923 гг. в Париже Тейяр де Шарден слушал в Сорбонне лекции известного русского минералога, биогеохимика Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945). Вернадский развил концепцию ноосферы, кратко определив “человечество как геологическую силу”. По Вернадскому, ноосфера – это третий этап развития Земли, следующий за геосферой и биосферой. Подобно тому, как биота преобразовала геосферу, люди будут преобразовывать биосферу с определёнными последствиями для геосферы.

Научный подход Вернадского весьма основателен, он учитывает роль человечества, изменяющего облик Земли. Его фундаментальный труд “Биосфера” (1926) демонстрирует новаторское понимание процессов на поверхности Земли, причём не стоит забывать, что выполнен он во времена, когда объём доступных данных был гораздо меньшим, чем большинство нынешних студентов может себе представить. Во введении к французскому изданию этой книги, вышедшему в 1928 г., Вернадский отмечал: “Стараясь твёрдо держаться эмпирических основ, не прибегая к гипотезам, мне приходилось довольствоваться скудным числом точных наблюдений и данных строго поставленных экспериментов. Крайне необходимо, чтобы как можно быстрее были собраны большие объёмы количественно подтверждённых фактов. Пройдёт немного времени и бо-

лее глубокое понимание биосферы в жизненных явлениях станет очевидным” [2].

Спектр процессов, которые уже изменили и продолжают изменять лик Земли, указывает на то, что мы, люди, действительно представляем собой геологическую силу. Антропогенное изменение климата, как и глобальное потепление во всех его аспектах, несомненно, стало наиболее изучаемым и широко обсуждаемым в публичной сфере процессом. Часто учёным разных стран приходится объяснять, являются ли экстремальные погодные явления (торнадо, ураганы, волны тепла, природные пожары, засухи и т.п.) последствиями глобального потепления. Можно с уверенностью сказать, что осознание глобального потепления как реальности наконец-то пришло. “Климатические скептики” умолкают, их аргументы блекнут на фоне очевидности огромного ущерба, который уже нанесли некоторые из перечисленных явлений.

За вопросом “С какого времени мы, человечество, являемся геологической силой?” следует другой – “Когда именно начался антропоцен?”. На этот счёт выдвигается множество идей. Дата начала любой геологической эпохи устанавливается геологами. Международная комиссия по стратиграфии (ICS – International Commission on Stratigraphy) и Международный союз геологических наук (IUGS – International Union of Geological Sciences) пока не признают антропоцен в качестве раздела геологической шкалы. И возникает дилемма: с одной стороны, действительно ли мы так уж нуждаемся в обосновании точной датировки начала этой эпохи? С другой стороны, согласование этой даты станет огромным шагом к признанию текущих проблем и принятию необходимых мер в самом скором времени. Сегодня Вернадский вполне мог бы повторить фразу из упоминавшегося французского издания своей книги: “Это не должно занять много времени, как только огромная важность феномена жизни в биосфере будет осознана”. Мы уже не живём в голоцене, мы вступили в антропоцен. Между тем периодизация (деление на этапы) голоцена недавно была официально принята IUGS. Я надеюсь, что в ближайшее время мы узнаем, когда же начался антропоцен как геологическая эпоха.

Понимание и признание значительной роли человечества в судьбе Земли как планеты растут стремительно. Ещё недавно идея антропоцена многим казалась надуманной, теперь же она становится основным ориентиром для объяснения происходящего. Наблюдается поистине взрывной рост исследовательской активности во всё большем количестве дисциплин (включая, например, экономику и социологию), представители которых изучают проблемы антропоцена. Увеличение числа соответствующих публикаций за

Таблица 1. Количество публикаций с упоминанием антропоцена

Период	В заголовке	В тексте
2000–2004	53	2643
2005–2009	173	4144
2010–2014	1283	17400
2015–2019	5166	70060

Источник: GoogleScholar, использующий в качестве критерия наличие термина “антропоцен” в названии или тексте публикации.

последние два десятилетия иллюстрирует таблица 1 — приведённая в ней статистика говорит сама за себя [3].

Проявления изменений климата, с которыми мы сталкиваемся сегодня, — результат выбросов преимущественно CO₂, при этом 80% этого “руководного” углекислого газа поступило в атмосферу на протяжении моей жизни, то есть невероятно быстро. Однако для сглаживания пагубных последствий стремительного технологического прогресса уже предложены возможные решения. Что касается глобального потепления, то просматриваются три главных подхода. Первый из них — существенное сокращение выбросов CO₂ в ближайшее время. Второй — адаптация к климату и условиям, которые, мягко говоря, будут гораздо менее дружелюбными для человека, чем существовав-

шие в последние десять тысячелетий. Третий подход предполагает климатическую геоинженерию, реализуемую благодаря всё новым и новым техническим достижениям. Такое сугубо технологическое решение привлекательно для тех, кто полагает, что возможен ответ разбушевавшейся природе по принципу “око за око, зуб за зуб”.

Первый подход при его воплощении не обязательно ухудшает качество нашей жизни. Второй предполагает крупномасштабные беды и потери [4]. Подобно первому, третий путь потребует от нас стать не только коллективно мудрее, но и достичь консенсуса в осуществлении неординарных мер в глобальном масштабе. Однако это климатическое лекарство имеет побочные эффекты и может подавлять симптомы, но не способно вылечить. Понятно, что мы должны сократить выбросы вредных веществ, чтобы избежать катастрофических изменений, но одновременно нужно адаптироваться к жизни на израненной планете. Я не упомянул четвёртый подход — попытаться сделать другую планету пригодной для жизни. В этом случае пределов для наших фантазий и замыслов нет.

Человеческое воображение позволяет учёным проникать в ранее не известные миры, руководствуясь идеями, предположениями, гипотезами, теориями и экспериментальными доказательствами. Часто при проверке наших идей приходится сталкиваться с неприятными фактами. Например, концепция Геи¹ вполне может остаться всего лишь красивой гипотезой. А вот идеи, выдвинутые Вернадским в его трудах столетие тому назад, служат хорошим напоминанием о серьёзной фундаментальной науке. Наконец, стремление Тейяра де Шардена объединить религию с будущей эволюцией человека (в то время как его окружение вело борьбу за избавление от утешительной идеи Бога как “практичного творца”), за которое он был вынужден пребывать в ссылке в Китае, является непревзойдённым примером поиска истины.

Наше любопытство, стремление понять всё, что нас окружает, а также самих себя, заставляют науку “заглядывать под каждый камень”. Тем не менее трудно избавиться от впечатления, что на нынешней стадии антропоцена, которую мы, к сожалению, пока не можем назвать ранней, не зная возможной её длительности, человечество как геологическая сила выглядит, с одной стороны, необузданным, с другой — беспомощным.

Детям и молодым людям прожитые мной 87 лет кажутся вечностью; но когда тебе 87 лет,



Рис. 1. Диск Земли во время равноденствия 22 сентября 2013 г.

Источник: Роскосмос, Научный центр оперативного мониторинга Земли, НИЦ “Планета”.

¹ Согласно трактовкам концепции Геи, Землю можно воспринимать в качестве суперорганизма, который путём обратных взаимосвязей между живым и неживым мирами поддерживает постоянство среды и необходимые для жизни условия (прим. ред.).

всё в этом мире, в том числе и прожитые годы, воспринимается по-другому. Давайте надеяться на то, что благодаря признанию и осознанию нашей эпохи как антропоцена (спустя два десятилетия после появления первой небольшой публикации о нём в информационном бюллетене) действия, необходимые для предотвращения необратимого ущерба нашей планете, а особенно многочисленных тягостных последствий глобального потепления, теперь получают необходимый импульс.

БЛАГОДАРНОСТИ

Подготовка оригинального текста на английском К. Бреннинкмайера, PhD, Институт химии Общества Макса Планка, Майнц, Германия.

Перевод с английского выполнен доктором географических наук Н.А. Зайцевой, Отдел наук о Земле

РАН, и кандидатом физико-математических наук С.С. Громовым, Институт глобального климата и экологии им. академика Ю.А. Израэля.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Crutzen P.J., Stoermer E.F.* The “Anthropocene” // IGBP Newsletter. 2000. No. 41, May.
2. *Аксёнов Г.П., Земцов А.Н.* Французское издание “Биосферы” В.И. Вернадского 1929 г. (электронный документ). Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН. <http://old.ihst.ru/files/pdfs/biosphere-vern-fran.pdf>
3. Глоссарий по теме “Антропоцен” // Курьер ЮНЕСКО. 2018. № 2. С. 28–29.
4. *Hansen J., Sato M., Harty P. et al.* Ice melt, sea level rise and superstorms: evidence from paleoclimate data, climate modeling, and modern observations that 2°C global warming could be dangerous // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2016. V. 16. P. 3761–3812.