

С. С. Воронцов
(г. Новосибирск,
Россия)

ЖИЗНЬ В ИНТЕРЬЕРЕ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ

*Земля и небо совершенны,
Оттого безразличны к человеку!*
Лао Цзы. Дао де дзин. Стих 5.
Перевод О. Борушко.

Введение

Процесс межпопуляционного, международного взаимодействия и взаимовлияния за счет бурного развития технических средств информационного, финансового, товарного и энергетического обмена в последние десятилетия приобрел характер формирования иерархической пирамиды в глобальном масштабе, он получил название «глобализация». Определение «социальной пользы» для человечества такого структурирования – результата тех или иных как международных, так и индивидуальных действий, – до уточнения целей развития человеческого сообщества остается расплывчатым. Такое уточнение невозможно без понимания места человечества в структуре Природы как большой системы. Можно сделать вывод, что развитие человеческого сообщества идет в соответствии с известными закономерностями структурирования природных биологических систем, но рациональность для человечества этого процесса неочевидна.

Полученные в последние десятилетия фундаментальные результаты в исследовании человека и его места в структуре Природы – а это исследования физиологии высшей нервной деятельности (П. К. Анохин), психофизиологии и психогенетики, теоретической биофизики (Г. П. Гладышев и А. М. Хазен), антропологии и т. д., – при их рассмотрении взаимно дополнительным образом позволяют проанализировать основные моменты процесса и по-новому сформулировать задачи человечества в текущем периоде его эволюции (актуальная антропология). Эти исследования показывают, что все структурные природные образования имеют конечные времена жизни, определяемые их термодинамическими параметрами, и биологические структуры не являются исключением. Но у биологических структур есть цель функционирования – максимальная реализация термодинамического времени жизни организма, популяции или вида за счет адаптации к средовым условиям. Для вида человека разумного это положение так же актуально, как и для любого другого биологического вида. Упомянутый выше процесс глобализации вытекает из поведенческих свойств популяций, сформировавшихся на основе предшествующего развития, так же как и у других биологических систем. То есть, собственно

разумность здесь никак не проявляется или проявляется весьма слабо. При нынешних средовых условиях – близкое возможное истощение энергетических ресурсов, проблемы с климатом Земли, обеднение генофонда и т. д., – такое поведение может оказаться нерациональным.

Любое развитие природных систем идет через череду кризисов и катастроф, в результате которых эволюционирует живая материя, рациональными становятся новые анатомо-физиологические формы и типы поведения вида или происходит перестройка экосистемы, меняется доминирующий биологический вид. Причинами биологических кризисов и катастроф могут быть изменения как средовых, так и внутренних видовых параметров, дезадаптация организмов и популяций.

Механизмы и последствия возможных кризисов и катастроф и их влияние на эволюционный биологический процесс являются предметом рассмотрения этой работы. Другая важная цель написания этой работы – попытаться развеять умиление, которое испытывают многие люди, когда слышат слово «Природа». Если это слово понимать в широком смысле, то есть если в это понятие входят все окружающие нас явления, в том числе космических масштабов, то такая Природа является жестоким экзаменатором для своих созданий, требует любви уважительной и понимающей. Антропоцентризм и необоснованный оптимизм, которыми полны известные мне работы по устойчивому развитию, в этой ситуации решают проблему лишь частично, а при некоторых условиях могут оказаться вредны и опасны, привести развитие в тупик. Выдержит ли человечество предстоящие испытания – в некоторой степени зависит от нашей с вами разумности и рациональности действий.

Предсказаниям катастроф несть числа! Человек всегда боялся природных катаклизмов, это в нем заложено генетически. На многих сайтах в сети собраны сведения о такого рода пророчествах. По этим данным, самый древний свод предсказаний конца света содержится в Авесте, священной древнеперсидской книге (начало I тыс. до н.э.). В индийском эпосе «Махабхарата» сообщается о двух светилах, которые будут видны в небе в конце юги – примерно в 2000 г., когда предсказан конец завершения полного круга жизни на Земле. В древних книгах и преданиях можно найти ещё много такого рода пророчеств, но не это будет нас интересовать.

Во многих религиях конец истории знаменуется катаклизмом, завершающим сражением добра со злом, после которого земное существование человечества заканчивается. Но я не понимаю, почему всеобщий Божий суд должен быть Страшным Судом? Почему Апокалипсис? Зачем? Ответы на эти вопросы должны дать психологи, исследующие психологию верующих людей, так как толкования теологов – это пища для размышлений о свойствах человеческого мышления, а не об устройстве Мира. Человеческий страх перед смертью, так или иначе, эксплуатируется

всеми религиями и религиозными сектами. Но и не это будет предметом нашего анализа.

Светское мышление тоже жадно задает себе вопрос: будет ли конец света, а если будет, то когда и как. Пресса России последних лет полна предсказаний разной степени обоснованности, при этом количество и качество таких предсказаний и степень доверия к ним связаны с уровнем социальной напряженности, то есть зависят от величины базового стрессового напряжения. Толкование древних документов – таких, как, например, записки Нострадамуса, – предсказания всяческих ясновидящих и экстрасенсов, обращения к гадалкам и колдунам становятся модными, и их измышления воспринимаются в этой ситуации абсолютно некритически. Эти явления тоже должны быть предметом исследования социальных психологов.

Около 2000 лет назад, со времен Платона и Аристотеля, с зарождением формальной логики развитие Европейской цивилизации пошло по пути научного и технологического прогресса, вовлекая на этот путь и в сферу своего влияния – экономической или иной экспансией, примером высокого качества жизни – другие страны и народы. Вопрос о механизмах зарождения формальной логики на фундаменте основанных на «мягкой» логике биологических систем безусловного и условного рефлексов является важнейшим для моделирования свойств человеческого мышления, для понимания нейрофизиологических механизмов этого природного феномена. А также – что для нас, как интересующихся тематикой этой работы, так и остального человечества, более важно – для выяснения наиболее вероятного направления эволюции биологического вида *homo sapiens*, так как вполне вероятно, что появление формальной логики и развитие на ее основе систем познания мира – субъект-объектных отношений – это признак очередного ароморфоза, то есть выхода биологической и разумной материи на новый уровень организационной сложности. Последнее событие такого рода – образование вида человека разумного при появлении функции вербализации информации, то есть речи, – сопровождалось исчезновением промежуточной ступени от приматов к *homo*, так как, в соответствии с принципом Гаузе, несколько видов не могут существовать в одной экологической нише. Какими катаклизмами будет сопровождаться грядущий переход? Они уже начались – например, феномен терроризма и взаимной нетерпимости религий может рассматриваться именно в этом ключе. В этой ситуации человечество для предотвращения «схлопывания», гибели как вида, должно перейти к эволюционному ходу развития, то есть найти приемлемые для всех популяций основания к гашению биосоциальных явлений, приводящих к большим социальным конфликтам.

Формулирование Ч. Дарвиным биологической эволюционной теории дало понимание динамики биологических процессов, а её закономерности

стали просматриваться в других областях знаний, граничащих с биологией. Первоначально такой перенос был в значительной степени спекулятивным, как, например, в социал-дарвинизме Г. Спенсера. Но даже в нем содержалось определенное рациональное зерно, отражавшее некоторые реальные механизмы и движущие силы социальных процессов. С углублением биологических эволюционных исследований продолжались попытки применения аппарата этих исследований и их результатов в приложении к социальным процессам, – их предпринимали в основном биологи, получившие значительные результаты в своей области. В трудах биолога бихевиористического направления Э. О. Уилсона эти работы оформились как социобиология: «<...> Основная идея Э. О. Уилсона: у человека, включая его мораль, культуру, социальные институты, не может быть никаких проявлений, которые противоречили бы его биологической природе. Биологическая эволюция является фундаментом и сопутствующим процессом социальной и культурной эволюции» [1]. Таким образом, социобиология определена как «распространение принципов популяционной биологии и эволюционной теории на социальную организацию» [2]. Вклад в социобиологию внесли У. Д. Гамильтон, Р. Триверс, Дж. Мэйнард Смит, В. Вэйн-Эдвардс, лауреаты Нобелевской премии этологи К. Лоренц и Н. Тинберген, С. Имлин, Р. Александер и другие. Критика положений социобиологии со стороны гуманитарных наук сводится в основном не к оспариванию декларируемых ею положений и лежащих в ее основе фактов, а, во-первых, к ее интерпретациям в реакционных областях социологии и биологии – евгенике, расизме и нацизме; во вторых, к тому, что «социобиология без достаточных на то оснований предпринимает некоторые из животрепещущих научных, социальных и философских проблем» [1]. Востребованность результатов социобиологии в текущем социально-политическом процессе играет с ней злую шутку, возникает «эффект барона Мюнхгаузена», то есть делаются попытки выгадать самих себя за косичку из болота. Эти попытки в конечном итоге наказываются самой природой, но ценой больших человеческих потерь, как это было с идеологией фашизма. Поэтому в этой области знаний к результатам исследований должны особенно жестко применяться критерии научности и требования их независимости от каких бы то ни было идеологических и этических оценок. Как сказал А. Зиновьев: «Это ни хорошо, ни плохо, это есть».

Анализируя состояние дел в этой области знаний, можно сделать вывод, что наступает качественно новый этап в социобиологических исследованиях. Приходит понимание того, что средовые условия для человека в значительной мере формируются самим социумом в виде информационной компоненты, поэтому моделировать адаптационную динамику следует не совсем так, как это делается в биологии. Результаты исследований всех аспектов динамики климата Земли и теоретической

биофизики, уровни освоения и способы преобразования энергий различных видов должны учитываться как часть средового фактора для человечества в целом, и при формировании стратегий устойчивого развития должны быть взяты во внимание все эти обстоятельства. С другой стороны, результаты исследований в психогенетике и психофизиологии позволяют глубже понять механизмы наследования поведенческих институциональных параметров и культур популяций (коэволюция) (Ч. Ламзден и Э. Уилсон. «Гены, разум и культура. Процесс коэволюции»), предусмотреть кризисные и катастрофические ситуации, которые могут возникнуть вследствие динамики статистик внутренних поведенческих и других психофизиологических параметров популяций. Термин «социобиология» уже не отражает содержание этих исследований, поэтому представляется, что название «Актуальная антропология» для этого комплекса является вполне подходящим.

Благоприятное – с неизбежными локальными кризисами, но эволюционное – развитие событий в любой момент может быть прервано глобальной катастрофой природного или антропогенного происхождения. Диапазон физических параметров существования высших видов биологической материи очень узок – по образному выражению И. Ефремова мы живем на «лезвии бритвы». Попытаемся рассмотреть некоторые возможные варианты «сползания» с этого лезвия. Возможно, будет выбран неверный путь развития и человечество деградирует, перестанет существовать как элемент природы. Варианта, когда человечество, развивая вторую природу, выйдет на уровни преобразования энергии, сравнимые с гелиофизическими, и, в результате неустойчивостей, уничтожит живую материю, мы тоже коротко коснемся. Вот эти кризисы и катастрофы и будут предметом нашего рассмотрения. Мы не будем описывать и анализировать сценарии благополучного технологического развития, они мастерски рассмотрены многими учеными и писателями, например, Дайсоном и С. Лемом в его «Сумме технологии». Но сделаем выводы относительно социальных аспектов этой проблематики.

Предметом нашего рассмотрения будут катастрофы, возможность которых не только не противоречит современным научным данным, но их механизмы и последствия могут быть обоснованы наукой с точностью до некоторых трудно определяемых на этом этапе развития параметров. Обычно в первом приближении различают три типа катастроф: 1) космические катастрофы; 2) экологические и геофизические катастрофы; 3) техногенные катастрофы. Встречаются комбинации этих типов катастроф. Попробуем классифицировать катастрофы обозначенного типа более подробно следующим образом:

1. «Мгновенные» катастрофы геофизического или космического происхождения.

2. «Мгновенные» катастрофы техногенного происхождения.
3. Техногенные катастрофы длительного воздействия.
4. Экономические или социальные кризисы, заканчивающиеся катастрофами типа «ядерной зимы».
5. Техногенные, экологические или природные бедствия и длительные воздействия на климат, заканчивающиеся катастрофами типа «ядерной зимы» или глобального потепления.
6. Катастрофы, являющиеся следствием неконтролируемого использования достижений биологии и генетики.
7. «Затяжные» катастрофы, являющиеся следствием выбора неверного пути развития, в том числе с использованием достижений науки.
8. Деградация человечества как следствие появления неожиданных научных и технологических достижений, «эффект Лимфатера».

Мы не будем оценивать вероятность их реализации количественно, наша задача – выстроить вероятные катастрофы в ряд и назвать хотя бы часть из них поименно; возможно, после этого станет видно, в какую сторону идти опасно, а куда вообще нельзя двигаться. Поиск путей предотвращения катастроф и минимизации их последствий не является задачей этой работы, хотя трудно удержаться от упоминания тех, которые кажутся очевидными на этом этапе развития наших знаний. При поисках путей предотвращения катастроф или минимизации потерь при их возникновении оценки нужно проводить в каждом случае с учетом многих параметров. По крайней мере, можно сказать, что в некоторых случаях возникает ситуация «подводной лодки», когда или спасаются все, или не спасается никто – исход зависит от поведения человечества. Это – «окончательная» проверка человечества Природой на степень разумности, как в одном из фантастических рассказов Р. Шекли. Основная проблема здесь – это прогнозирование вероятных путей развития разумной материи как части общей экосистемы планеты Земля.

Сначала рассмотрим в общем виде место человечества в структуре Природы. Это рассмотрение необходимо сделать для того, чтобы понять, откуда и по какой причине может исходить опасность и по возможности выяснить степень ее неизбежности.

Специалисты в области гуманитарных наук всегда говорят, что человечество – это «особая» часть природы, развивающаяся по законам, отличным от законов эволюции других видов материи. При описании биологических объектов приходится интерпретировать их как сильно термодинамически неравновесные, а такой подход требует привлечения специфического математического аппарата, описывающего открытые системы (И. Пригожин). Терминология этого аппарата – красивая и наукообразная – сейчас широко используется для околонуучных и лженаучных спекуляций. Получить физически вразумительные результаты с

использованием этого математического аппарата в подавляющем большинстве случаев проблематично. Теоретическая биофизика за последние десятилетия получила фундаментальные результаты, позволяющие физически непротиворечиво описать структурирование материи на различных уровнях и в основном решить эти загадки.

Наиболее строгое термодинамическое описание биологических систем на основе разработанных Дж. У. Гиббсом феноменологической теории и математического аппарата дано в упомянутой выше иерархической термодинамике Г. П. Гладышева [3]. Выявление термодинамически квазиравновесных состояний на различных уровнях организации биологической материи позволяет ввести понятие о «самосборке» элементов на каждом уровне и термодинамических временах жизни элементов. Это, в свою очередь, дает возможность, в отличие от теории И. Пригожина, использовать для описания механизмов структурирования уровней линейные математические модели.

Высшая на настоящий момент фаза развития нейронных сетей биологических организмов – появление феномена разума – характеризуется формированием деятельностных комплексов и психологических функций организма на основе модели мира, в отличие от когнитивной карты других высших животных. Это выводит человечество на новый уровень взаимодействия организмов и их объединений с внешней средой. В больших масштабах идет процесс преобразования ландшафтно-энергетической среды, ее адаптации под нужды человечества. Для этого создана «вторая природа», позволяющая вовлечь в адаптационный процесс способы преобразования энергий и веществ, редко реализуемых или вообще не реализуемых Природой в условиях Земли без участия разума. Развитие систем «второй природы» дало возможность виду человека разумного достичь небывалого в истории Земли биологического прогресса, то есть увеличить количество особей вида. За период около 50 тысяч лет были заполнены большинство пригодных для использования высшими биологическими видами экологических ниш ландшафтно-энергетической среды.

Развитие «второй природы» потребовало появления новых полей деятельности, вызвало специфическое структурирование социальных систем, адаптирующихся под эту ситуацию. В настоящее время информационный обмен стал столь интенсивным, что оказывает прямое влияние на процессы внутривидовой межпопуляционной борьбы за существование. Сам по себе научно-технический прогресс является средством адаптации вида к средовым условиям и не может быть движущей силой социально-исторического процесса, то есть не может быть его целью. Наука в социальном организме выполняет двойную роль: как двигатель технологий и как аналог функции «акцептора результата действия» в биологических организмах. Эта вторая функция реализуется через создание

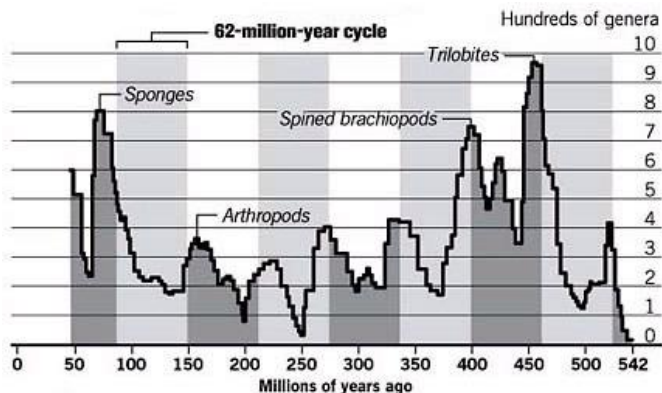
основ идеологий, являющихся необходимым условием реализации социальных проектов в рамках динамики структурных перестроек социальных систем. Идеологии нужны для синхронизации мотиваций деятельности ансамбля личностей в определенном направлении.

Никакое рассмотрение экосистемы Земли нельзя считать полным без анализа динамики изменения генного состава ее биосферы. Как известно, разнообразие генного состава формировалось в течение 3700 миллионов лет. С возникновением «машин выживания генов» – организмов – как результата борьбы репликаторов за ресурсы для «потомства», или еще раньше, возникновение новых типов генов замедлилось или совсем прекратилось, так как изменились параметры среды, физические условия. По одной из гипотез, прообразом биологических организмов были оболочки, цитоплазма и клеточная мембрана, возникшие одновременно с репликаторами – фены. Далее в процессе биологической эволюции конкуренция шла на базе вариаций функций генов при формировании фена, состав генов пополнялся новыми комбинациями, скажем так, «не очень сильно». Интереснейший и плохо исследованный вопрос – о процессе и механизмах фиксации функций генов, формировании фенотипа. Особенно интересным этот вопрос становится при исследовании формирования поведенческих функций организмов и его первого этапа – возникновения безусловного рефлекса, зафиксированного в нейронной сети и передаваемого по наследству. Процесс можно назвать «филогенетическим запоминанием», так как он прямо связан с механизмами образования и развития видов.

Эти вопросы чрезвычайно сложны для исследования, так как формирование структур происходило в течении больших интервалов времени. В различные моменты этого времени параметры среды – температура, состав, электрическая активность, состав и интенсивность космического излучения и т. д. – менялись в определенной последовательности. Отсюда – сложности моделирования процесса. Почему мы останавливаемся на этих вопросах? Дело в том, что, возможно, деградация высших форм биологической материи заложена генетически, в соотношениях и динамике некоторых малых параметров, сформировавшихся при эволюции ее низших форм. То есть, как уже было сказано, помимо внешних угроз существует опасность естественной, определяемой термодинамикой, деградации генофонда, хотя все «внешние» причины деградации также можно считать естественными, термодинамически предопределенными с соответствующими вероятностями.

Около 20 лет назад известный палеобиолог из Чикагского университета Дж. Джон Сепкоски-младший (J. John Sepkoski Jr.) составил подробный каталог морских ископаемых организмов с датировками и подсчетом их численности во времени. Он показал, что их численность колеблется с периодом около 26 млн. лет. Ричард Мюллер (Richard Muller) и

Роберт Роде (Robert Rohde) опубликовали в журнале Nature статью, в которой на основе тех же данных показали, что цикл 62 млн. лет проявляется несравненно более четко, они также отметили признаки наличия циклов с периодичностью около 140 млн. лет. На рисунке из этой работы приведена кривая зависимости количества морских ископаемых животных от времени.



Причины такой динамики развития биологической материи пока однозначно не выяснены. Любое структурирование в природе идет через цепочку кризисов и катастроф. Можно сказать, что, с одной стороны, моменты катастроф – это моменты обновления биологических структур, освобождения от элементов, термодинамический цикл которых закончен, и включение соревнования сохранившихся элементов за адаптацию к новым условиям, – своеобразная расчистка места для новой жизни. Но, с другой стороны, нужно еще раз обратить внимание на то, что основной запас генного материала был сгенерирован в предыдущие 3,5 миллиарда лет. В обсуждаемый период шла его трансформация за счет отбора организмов как «машин выживания» генов. Не происходит ли в этом процессе обеднения генного состава как основы эволюции живой материи?

В большинстве работ как причина рассматриваемых катастроф указываются космические факторы, в частности, метеоритные или астероидные бомбардировки. Вторая чаще всего фигурирующая причина – высокая тектоническая, то есть вулканическая активность Земли. Еще одна возможная причина этого явления – эволюция внутренних параметров экосистемы Земли. Эти параметры по пока неизвестным нам механизмам связаны с активностью процессов в недрах Солнца, которые влияют также на его светимость. Периодичность изменения температурных условий на Земле может регламентироваться колебательным процессом интенсивности

ядерных реакций в недрах Солнца (гипотеза Фаулера, высказанная им в конце 1972 г. и развитая потом Эзером и Камероном). По их расчетам, средняя температура поверхности Земли в разных фазах колебательного процесса Солнечной активности может отличаться на 10–15 градусов. Длительность периода колебаний совпадает с длительностью и частотой больших ледниковых периодов – около 200–300 миллионов лет. Оледенение этого типа всегда было глобальным, а это говорит о том, что его причиной может быть только внешнее воздействие, какой-то космический фактор. Есть предположение, что мы живем в короткий, длительностью около 15 000 лет, межледниковый период. Последний аналогичный период по геофизическим данным был около 100 000 лет назад, при этом его начало и конец формировались очень быстро, в течении нескольких лет.

Обсудим результаты исследований механизмов катастроф по наиболее вероятным сценариям. В связи с тем, что такого рода катастрофы, вероятно, тесно связаны с тектонической активностью Земли, интересно посмотреть наличие корреляций с ее геофизической историей. Цифры, полученные в результате первых определений абсолютного возраста пород, позволили английскому геологу А. Холмсу в 1938 г. предложить первую геохронологическую шкалу фанерозоя. Эта шкала неоднократно уточнялась и перерабатывалась. Геолог П. Олсен (P. Olsen; Обсерватория по изучению Земли им. Ламонта и Доэрти при Колумбийском университете, Палисейдс, штат Нью-Йорк, [Geology. 2000. V. 28. N 8. P. 675 (США)]) указывает на собранные в последние годы многочисленные и надежные данные, которые четко датируют три самых крупных эпизода гибели животного и растительного мира: на границе мелового и третичного периодов (65 млн. лет назад), триас-юрская трагедия (200 млн. лет назад) и пермско-триасовая катастрофа (251 млн. лет назад). Эти события совпадают по времени с тремя крупнейшими излияниями вулканических базальтов: именно тогда возникли знаменитые деканские траппы (базальтовые «лестницы» на п-ове Индостан), Центрально-Атлантическая магматическая провинция на северо-востоке Южной Америки и сибирские траппы. А глубоководный «вселенский замор», случившийся 55 млн. лет назад и определивший поворотный пункт в развитии млекопитающих, которые «одержали верх» над пресмыкающимися, совпадает с эпохой, когда геологические катаклизмы привели к отрыву Гренландии от Европы. Интерес специалистов привлекла и недавняя работа геолога С. Хесселбо (S. Hesselbo; Оксфордский университет): он получил доказательства, что около 183 млн. лет назад в океан и земную атмосферу внезапно поступили гигантские массы метана. Скорее всего, ранее метан находился в виде ледяных газогидратов под поверхностью морского дна. Когда же температура и глубина океана изменились, газ вырвался наружу, внося свой вклад в изменение природной среды всего за 1 млн. лет. Аналогичные массовые выбросы метана

обнаруживали и другие специалисты, относя их к трем периодам – границе между палеоценом и эоценом (55 млн. лет назад), сеноманско-туронскому времени (90 млн. лет назад) и к 120 млн. лет назад, когда отмечены массовые излияния базальтов на морском дне. Американский геолог Грегори Рискин из Северо-западного университета штата Иллинойс опубликовал в журнале «Nature» расчеты сценария Пермской катастрофы, в основу которого был положен удар небольшого метеорита, вызвавший выброс массы метана с последующим воспламенением, в результате чего взорвалась гигантская метановая бомба с мощностью, эквивалентной 10^5 мегатонн тротила. Гипотеза подтверждается геофизическими данными о резком скачке концентрации CO_2 в атмосфере Земли именно в этот период.

По последним оценкам, мировые запасы гидрата метана составляют примерно $8,5 \times 10^{16}$ кубических метров, то есть, по крайней мере, вдвое больше совокупных запасов нефти и газа. Но он трудно достигаем, так как находится в замороженном виде при высоком давлении и низкой температуре, при этом кристаллическая структура метана окружена молекулами воды, выполняющей функцию закрепителя. Основные запасы находятся на дне Мирового океана. Так что потенциальная опасность «метановой катастрофы» с повестки дня не снимается.

183 миллиона лет назад, в эпоху юры (в геологии его относят к тоарскому ярусу), по данным палеоокеанографа Х. Дженкинса (H. Jenkyns; Оксфордский университет, Великобритания), придонные морские воды повсеместно почти полностью лишились растворенного в них кислорода [Geology. 2000. V. 28. N 8. P. 675 (США)]. Об этом свидетельствуют двухметровые слои богатых органикой темных осадочных пород, встречаемые во многих местах, но особенно заметные в Антарктиде. Аноксия (отсутствие кислорода) действительно могла привести к массовому замору тех разнообразных существ, чьи останки и обнаружены в породах тоарского яруса. По уточненным данным геохронолога Й. Пальфи (J. Palfy; Венгерский музей естественной истории, Будапешт) и палеонтолога П. Смит (P. Smith; Университет Британской Колумбии, Ванкувер, Канада) время этих событий отстоит от нас на 183,6 млн. лет (± 1 млн.). В это время на Земле отмечено бурное усиление вулканической активности – по всему суперконтиненту Пангеи (а он включал тогда Южную Африку и Антарктиду, еще не отделившихся друг от друга) внезапно пробудились десятки вулканов. Датирование этих событий геофизическими методами произведено достаточно точно. Сценарий событий здесь мог быть примерно таким. Выброшенные вулканами миллионы кубических километров темной базальтовой лавы (ее застывшие поля и сегодня можно видеть на каменистых плоскогорьях Карру в Южной Африке) наполнили атмосферу парниковыми газами. Химический состав вод Мирового океана с попаданием в них гигантского количества вулканического пепла тоже

изменился. Аналогичный эффект в Мировом океане мог дать массовый выброс метана. Так или иначе, но стабильность системы океан-атмосфера была нарушена. Приспособиться к жизни в новых условиях смогли лишь немногие организмы.

Можно констатировать, что при высокой тектонической активности возникают катастрофические воздействия трех основных типов: непосредственное разрушительное воздействие в месте катаклизма; выброс парниковых газов – CO_2 , SO_2 и других; выброс пепла, который потоками разогретого воздуха может быть поднят в стратосферу и экранировать излучение Солнца. Во втором случае возникает «парниковый эффект», повышение температуры поверхности Земли, атмосферы и вод Мирового океана. В третьем случае – явление «ядерной зимы». Подробнее механизмы дальнейших процессов и некоторые возникающие эффекты рассмотрим ниже, при анализе более кратковременных и не столь глубоких перестроек экологических структур.

Теперь коротко рассмотрим возможные геофизические и космические неустойчивости и катастрофы настоящего времени. В этот раздел катастроф входят явления, на начало и ход которых человечество не может повлиять ввиду их неожиданности или недостаточности энергетических и технических ресурсов. Их воздействие на экосистему Земли может быть или «окончательным», уничтожающим ее практически мгновенно, или затяжным, когда уничтожающими факторами является цепочка локальных катастроф и их последствия. Во втором случае механизмы уничтожения экосистемы Земли идентичны во всех типах локальных катастроф, и моделирование этих механизмов будет упомянуто в соответствующих частях нашей работы далее.

В самом простом приближении на качественном уровне динамический баланс основных обменных процессов Земля – Солнце в настоящее время выглядит следующим образом. Основная часть энергии поступает от Солнца в виде оптического излучения видимого диапазона, Солнце излучает как черное тело с температурой поверхности около 6000 К. Поступающая плотность мощности (Солнечная постоянная) равна 1360 Вт/м^2 . Часть этой энергии отражается, а часть поглощается атмосферой и поверхностью Земли (интегральное сферическое альbedo 0,36). Верхней частью атмосферы отражается в основном коротковолновая часть спектра, то есть сравнительно жесткая ультрафиолетовая область. Средняя температура поверхности Земли 288 К, а средняя излучательная температура равна 249 К (уменьшение за счет не равного 1 коэффициента черноты). Для этих значений температур в соответствии с законами Планка и Вина максимальное излучение наблюдается в инфракрасном диапазоне длин волн вблизи 10 мкм. В этом диапазоне длин волн находятся полосы поглощения молекул некоторых атмосферных газов (CO_2 , H_2O , SO_2 и др.), основная часть

энергии излучения Солнца проходит через атмосферу без поглощения. Можно сказать, что энергия излучения Солнца «переизлучается» поверхностью Земли в другом диапазоне длин волн, на этом и основано действие «парникового эффекта». Поглощательные и отражательные свойства атмосферы являются в этом комплексе наиболее «легко» изменяемыми, поэтому наряду со светимостью Солнца они являются основными параметрами, регулируемыми энергообменными процессами в системе Солнце – Земля – Космос на этом уровне их величин и в рассматриваемых нами временных масштабах.

Еще имеются связи через гравитационные, магнитные поля и потоки корпускулярных и электромагнитных излучений. Механизмы этих связей на настоящий момент плохо изучены, но получены надежные наблюдательные данные о корреляциях вариаций некоторых компонент этих связей с климатическими и тектоническими явлениями на Земле. Земля в составе Солнечной системы находится в достаточно спокойной зоне космического пространства, но угроза перманентна.

Для нашего рассмотрения самое важное – знать формы преобразования поглощенной солнечной энергии. Первое, не самое большое в процентном отношении к общей энергии, но важное для нашего рассмотрения – преобразование энергии биологическими процессами. Вернадский в своих работах показал, что биологические процессы тесно связаны с геохимическими процессами, оказывают на них прямое влияние и составляют единый комплекс. Можно констатировать, что процессы фотосинтеза аккумулируют энергию солнечного излучения в потенциальную энергию химических связей углеводов и кислорода. Кислород накапливается в свободном виде в атмосфере, а углеводороды – в виде залежей в твердом, жидком или газообразном состоянии. При этом нужно иметь в виду, что некоторые углеводороды, например метан, как уже упоминалось, могут иметь и геофизическое происхождение, об этом говорит их наличие в значительных количествах в атмосферах других планет Солнечной системы.

Наибольшая часть поглощенного солнечного излучения преобразуется в тепло. Температура поверхности Земли регламентируется в первую очередь этим процессом. Хотя некоторая часть тепла может поступать из внутренних областей планеты, но эти процессы еще плохо изучены. Неравномерность нагрева поверхности и атмосферных газов является основным источником кинетической энергии перемещения больших масс воздуха и течений в океанах и морях (за исключением приливных явлений, за которые отвечает гравитация Луны, и цунами, связанных с тектоническими подвижками океанского дна). Механизмы возникновения цунами сравнительно хорошо изучены, хотя с их предсказаниями имеются большие проблемы, а вопрос о возможности

предотвращения, насколько можно понять, вообще пока не ставился. То же можно сказать о наземных землетрясениях. По информации страховой компании Swiss Re, за последние 30 лет жертвами локальных катастроф стали более 1 миллиона человек.

Оставим в стороне механизмы землетрясений и цунами, здесь мало что можно добавить к вышесказанному. А вот об ураганах, торнадо и прочих атмосферных аномалиях можно сказать следующее. Атмосферные явления неплохо описываются имеющимися физическими моделями при условии знания достаточно детальной информации о распределении температуры, давления, направлении и силы ветра, влажности и т. д. на определенный момент времени, а также о предыстории процесса. Прогнозирование требует большого объема расчетов с мощными вычислительными средствами, но даже в наилучших условиях не может быть дано на сравнительно большой срок по следующей принципиальной причине. Атмосферная турбулентность имеет некоторый спектр размеров и глубин пульсаций турбулентных вихрей. Его параметры связаны с физическими свойствами воздуха, для возникновения и существования вихрей требуются определенные условия. Энергия переносится в значительной степени вихревыми структурами – от гигантских, занимающих почти половину поверхности Земного шара циклонов до миниатюрных торнадо в жаркий день на пыльной деревенской дороге. Когда вихри зародились и развиваются, взаимодействуют, – физические модели неплохо описывают процесс. Но сам момент зарождения вихрей связан с наличием неустойчивостей при изменении соотношений некоторых трудно определяемых малых параметров. То есть, процесс в значительной степени стохастичен, случаен.

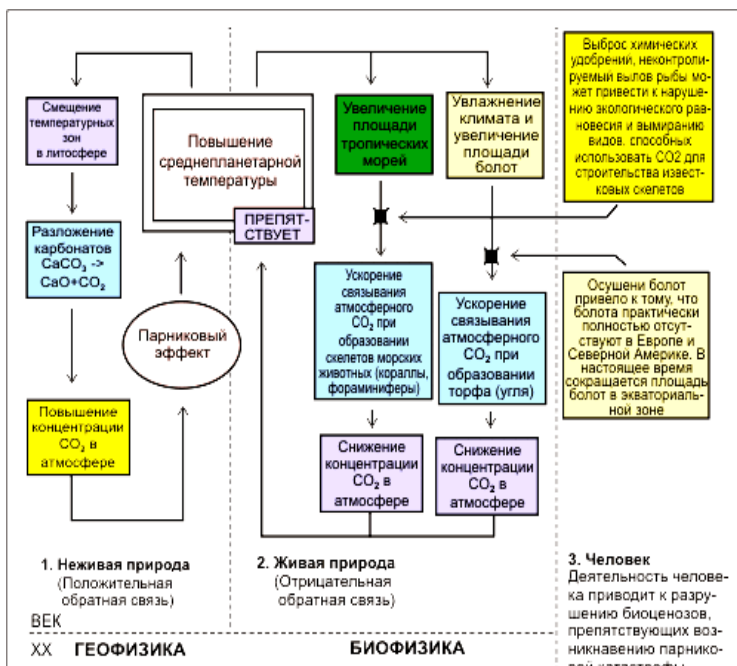
Второе обстоятельство связано с динамикой взаимодействия вихрей, их обмена энергией. Попробуем его объяснить на примере образования в океане «волн – убийц». В Атлантическом и Индийском океанах есть места, в которых происходят исчезновения или гибель судов в сравнительно спокойных погодных условиях. По данным Европейского космического агентства, за последние 20 лет в океане затонули более 200 супертанкеров и контейнеровозов. В большинстве крушений ученые склонны винить именно «волны-убийцы». По отрывочным сообщениям перед гибелью и по свидетельствам экипажей немногих не погибших судов, причиной гибели было следующее явление. В условиях средней величины волны и умеренного ветра неожиданно надвигалась одиночная гигантская волна высотой до 25–30 метров, перед которой двигалась пологая впадина глубиной до 5–6 метров. Судно или опрокидывалось, или ломалось на части, что вело к его гибели. На немногих уцелевших судах были уничтожены все палубные надстройки. Исследование структуры волн с помощью спутниковой регистрации больших площадей океанской поверхности подтвердило существование «волн-убийц». Всего за три недели наблюдений

в рамках проекта MaxWave в разных районах Мирового океана спутники сфотографировали десять чудовищных водяных гор высотой 25–30 м среди соседних 10-метровых. Это редкое явление появляется при определенных соотношениях параметров океанского течения, величины волнения, направления и силы ветра. Теоретические исследования показали, что эти волны с аномально высокой энергией возникают вследствие интерференции многих волн. При некоторых условиях соотношения фаз этих волн оказывается таким, что их энергия сосредотачивается в определенном месте структуры. Возникает «волна-убийца». Через некоторое сравнительно небольшое время ее энергия диссипирует, распределяясь по большому количеству других волн. «Волна-убийца» исчезает. Вероятно, по сходному сценарию происходит образование такого экзотического и опасного явления, как торнадо. Предсказать появление такой аномалии очень сложно, так как здесь дело тоже в маловероятном сочетании нескольких малых параметров, редко реализуемом в стохастическом процессе.

Таким образом, можно констатировать, что на больших выборках можно рассчитать вероятности зарождения катастрофических явлений описанного типа, но предсказать конкретное место и время их появления на нынешнем уровне знаний невозможно. Сбор и обработка метеорологической информации – дело дорогостоящее, трудоемкое и творческое, требующее непрерывного улучшения технического оснащения, развития алгоритмов обработки информации и специализированных вычислительных средств. Но прогнозирование в метеорологии в настоящее время идет в основном «по аналогии», то есть на основе анализа предыстории и повторяемости процесса. В этой ситуации при изменении – возможно, по сравнению со временем прогноза медленным, но порогово меняющем течение процесса, – некоторых малых, трудно учитываемых параметров, прогноз становится ошибочным. Пример – моделирование глобального потепления – приведем ниже.

Астероидная и кометная угрозы являются постоянно действующим фактором. «Астероиды – малые планеты, имеющие диаметры примерно от 1 до 1000 км, и орбиты, расположенные преимущественно между орбитами Марса и Юпитера». Кометы – малые тела Солнечной системы, поперечные размеры их ядер предположительно составляют 0,5–20 км., массы в пределах 10^{14} – 10^{19} грамм. Кометы движутся вокруг Солнца по вытянутым эллиптическим орбитам, произвольно ориентированным в пространстве. Большинство орбит больше размеров Солнечной системы, поэтому на ее далеких окраинах, по-видимому, существует облако комет, так называемое облако Оорта. На Земле известны свыше 150 кратеров метеоритного или кометного происхождения до 100 км в диаметре. Очевидно, что много кратеров исчезло в результате атмосферной эрозии, и большое количество метеоритов упали в Мировой океан. Тем не менее, угроза того, что прилетит

метеорит с размерами, достаточными для полного уничтожения экосистемы Земли, маловероятно. Большое значение будет иметь место падения, наличие условий для влияния на тектоническую активность района падения или возникновения «огневого шторма», вызывающего явление «ядерной ночи» (эффект Крутцена). На сайте <http://www.snezhinsk.ru/asteroids/> В. Е. Петренко в работе «Анализ некоторых геофизических и геодинамических последствий выпадения космических объектов на Землю» приводит количественные оценки некоторых геофизических и геодинамических последствий ударов космических объектов (КО) как функции энергии, выделяемой при ударе. Технически на современном уровне развития средств космического контроля и ракетной техники мероприятия по контролю и предотвращению этих угроз вполне могут быть осуществлены. В России национальные исследования малых планет и проблемы астероидной опасности координирует Институт прикладной астрономии РАН, директор – член-корреспондент РАН А. Финкельштейн. Национальная программа, по его словам, призвана детально «каталогизировать, организовать в стране системный мониторинг за потенциально опасными космическими объектами». Особое внимание будет уделено разработке арсенала ВПК «высокоэффективных средств защиты от возможной гибели цивилизации». США, Япония, Великобритания, другие страны в настоящее время уже приняли такие программы. Но эффективность национальных программ может быть значительно повышена при взаимной координации работы средств мониторинга и защиты. Потенциальная угроза существует постоянно, и затраты на создание системы контроля и защиты можно считать «перманентно рентабельными» ввиду величины и непредсказуемости



угрозы.

В настоящее время наиболее обсуждаемые проблемы из тематики нашей работы – это проблемы климата Земли и вопросы его влияния на условия существования людей на различных географических территориях. Выше упоминалось, что решающие воздействия здесь производят обменные процессы Солнце – Земля – Космос. Экосистема Земли самосогласована и ее разбаланс – причина кратковременных, порядка десятков тысяч лет и менее, вариаций климата. На рис. 2 приведена схема самых важных процессов, влияющих на эти вариации (материал из размещенных в Интернете работ, выполненных под руководством А. Карнаухова в Институте Биофизики Клетки РАН, г. Пущино). При преобладании процессов с положительной обратной связью переход к глобальному потеплению может быть быстрым, пороговым, в течение нескольких лет или десятков лет. При этом наиболее опасными являются следующие экологические и социальные последствия:

1. Перестройка системы морских и океанских течений и связанные с этим изменения климатических условий в наиболее густонаселенных районах Земли.

2. Подъем уровня мирового океана и затопление прибрежных районов.

3. Общая перестройка климатических зон на планете Земля.

4. Изменение структуры плодородных земель, связанный с этим продовольственный кризис.

5. В связи с необходимостью переселения больших масс людей произойдет перестройка всей системы энергетического и ресурсного обеспечения.

В настоящее время уровень освоения энергий человечеством меньше 0,01 % от общей энергии обменных процессов Космос-Солнце-Земля; опасными по разным оценкам являются уровни больше 0,1–1 %. Выход на эти уровни освоения энергий также содержит риски, которые нужно исследовать и учитывать в развитии. Возникают проблемы хранения и утилизации как ядерных отходов, так и вполне дееспособных оружейных делящихся материалов (ОДМ), высвобождающихся при демонтаже отслуживших свой срок и снимаемых с вооружения средств военной техники.

В настоящее время кривая роста населения Земли выходит на уровень около 10 миллиардов человек к 2050 году (прогноз ООН); это насыщение определяется параметрами первого демографического перехода. Вот на этом уровне и следует организовать жизнь вида «человек разумный» так, чтобы термодинамическое время жизни было максимально реализовано. Какие самые очевидные необходимые условия, вытекающие из общебиологических законов развития и деградации видов, нужно для этого выполнить?

1. Сохранение биологического разнообразия, так как чрезмерная специализация является одной из причин деградации вида. Имеется в виду противодействие гомогенизации человечества, максимальное сохранение жизненных укладов народов и популяций. Нет хороших или плохих популяций, есть разные популяции.

2. Переход на возобновляемую базу энергетических, экономических, сельскохозяйственных и иных ресурсов, достижение равновесия с экосистемой Земли в условиях будущих демографических параметров.

3. Готовность противостоять природным рискам, связанным с эволюцией космических обменных процессов.

4. Поддержание в равновесии внутренних процессов экосистемы Земли, в частности, биологического разнообразия растительного и животного мира.

Литература

1. *Никольский С. А.* Социобиология – биосоциология человека? // Буржуазная философская антропология XX века. – М.: Наука, 1986. – С. 176–187.
2. *Wilson E. O.* On human nature. – Cambridge (Mass.), 1978.
3. *Гладышев Г. П.* Супрамолекулярная термодинамика – ключ к осознанию явления жизни. – Москва–Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 144 с.

