

Академик НАН Украины,  
д-р техн. наук, проф. А.Ф. Булат,  
д-р техн. наук Ю.И. Кияшко  
(ИГТМ НАН Украины),  
инженеры Д.Г. Подтуркин,  
Р.М. Богачев  
(Государственное предприятие  
«Центр геотехнологий»)

## **ПРОБЛЕМЫ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Представлені існуючі уявлення, а також погляди авторів щодо впливу на зміни клімату Землі різноманітних чинників, у тому числі антропогенного фактору.

## **PROBLEMS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE**

The existing submissions, and also position of the authors concerning influencing on change of the Earth climate of the different factors, including anthropogenic factor are submitted.

Результатом научно-технической революции стало достижение индустриально развитыми странами таких уровней производства и потребления, которые, как это ни парадоксально, представляют угрозу их дальнейшему существованию. И в первую очередь это четко прослеживается в глобальных тенденциях ужесточения климатических условий, сформулированных в работах [1-16].

Однако на сегодняшний день причины глобального ужесточения климата полностью не выяснены. Так, например:

- благополучное существование человечества в тонком слое приземной атмосферы во многом обусловлено переносом тепла с экватора в высокие широты, однако физика этого явления до сих пор объяснена лишь в общих чертах;

- человечество не в состоянии управлять такими природными явлениями, как землетрясения, перемещения материков, тайфуны, ураганы и многими другими, поскольку это требует детального изучения и разработки новых моделей глобальной циркуляции тепловых потоков;

- по мнению многих ученых, никакого глобального потепления и учащения в связи с этим мощных природных катаклизмов сейчас нет и, хотя изменение климата налицо, о причинах и тенденциях этого явления наука пока не может говорить однозначно: не установлены точные причины сильных колебаний отражающей способности планеты, изменений в глобальной картине туч, работе солнечного луча и т.п.;

- не установлено, как и в какой мере повлияли люди на устойчивый рост температуры Земли с конца XX века н.э.

Однако уже сама нестабильность хода природных процессов ведет к изменению климатических условий на территориях многих стран, причем характер этих изменений в разных районах будет не одинаков. Поэтому ученые всего мира призывают политиков и общественность осознать, что любые изменения климата будут иметь природные, экономические и социальные последствия, не-

готивные для любой страны. В то же время, осуществление любого большого проекта по смягчению климата возможно только на основе тесного международного сотрудничества.

Еще в XIX веке ученые знали, что двуокись углерода задерживает отраженное Землей солнечное излучение в атмосфере и это оказывает влияние на температуру поверхности Земли. Так, высказанное в 1861 г. Дж. Тиндалем предположение о том, что историю изменения климата Земли можно объяснить изменениями концентрации углекислого газа в атмосфере является верным, но неполным.

С новым витком промышленной революции и научно-технического прогресса возрастает всемирное потребление различных видов топлива, что увеличивает концентрацию двуокиси углерода в атмосфере. Однако на протяжении многих лет ученые не обращали внимание на данную проблему, так как предполагалось, что "излишки" CO<sub>2</sub> в атмосфере поглощаются мировым океаном.

Только в 1957-1958 гг. в Международный Геофизический Год ученые решили проверить данное предположение с помощью ряда исследований на вершине Гавайского вулкана Муана Лоа. Исследования показали равномерное повышение концентрации двуокиси углерода в атмосфере. Однако в связи с политической нестабильностью в мире в годы холодной войны вплоть до 80-х гг. плодотворное международное сотрудничество по сокращению выбросов парниковых газов было невозможным, а мероприятия по природоохранной политике носили национальный характер.

Новый этап начался проведением в 1979 году Первой Всемирной конференции по изменению климата, на которой собравшиеся специалисты выразили свое мнение в отношении колебаний и изменений климата и последствий, которые они могут иметь для всего мира.

Благодаря последующим огромным усилиям ученых из многих стран в 1987 году в Монреале был подписан протокол об ограничениях и, в итоге, запрещении выбросов, связанных с производством хлорфторуглеродов, что значительно продвинуло перспективы международного сотрудничества по другим глобальным природоохранным проблемам.

Уже во Второй Всемирной конференции по климату, созванной Всемирной метеорологической организацией (далее ВМО) в 1990 году, помимо ученых приняли участие крупные политические деятели, которые в своей «Декларации министров» по итогам Конференции заявили о необходимости немедленного принятия мер по ослаблению опасных последствий изменения климата. Для этого все страны должны без отлагательств вступить в переговоры относительно конвенции по проблеме изменений климата и соответствующих правовых аспектов.

Далее последовало принятие Генеральной Ассамблеей ООН в Нью-Йорке резолюции, предложенной Мальтой:

- об образовании Межправительственного переговорного комитета (далее МПК) для разработки проекта Конвенции об изменении климата;
- о поручении ВМО и Программе ООН по окружающей среде (ЮНЕП) учредить Межправительственную группу экспертов по изменению климата (далее

МГЭИК) для подготовки оценочного доклада об ожидаемых последствиях изменения климата, включая социально-экономические, и возможных мерах реагирования.

Именно благодаря исследованиям МГЭИК достаточно ясно определен масштаб стоящих задач в области предотвращения глобального изменения климата: в третьем оценочном докладе МГЭИК говорится о необходимости коренных действий в глобальном масштабе для стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на безопасном для жизнедеятельности человека уровне.

В феврале 1991 года в США состоялась первая сессия МПК, на которой началась разработка статей конвенции, в основу которой легла гипотеза о преобладающем вкладе в увеличение средней глобальной температуры приземного воздуха роста концентрации парниковых газов в результате увеличения их антропогенных выбросов.

Уже в июне 1992 года проект Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК) был подготовлен и представлен для принятия на международной Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (Бразилия). РКИК вступила в силу 21 марта 1994 г. В настоящее время Сторонами РКИК являются 186 государств, в том числе Украина.

Конечной целью РКИК и всех связанных с ней правовых документов является стабилизация концентрации парниковых газов (ПГ) в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы их опасного антропогенного воздействия на климатическую систему. Однако до настоящего времени ученым и экспертам не удалось определить тот пороговый уровень концентрации ПГ в атмосфере, который является опасным для климатической системы с точки зрения необратимости возможных процессов и изменений. При этом указанная цель должна быть достигнута в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистемы к изменению климата и позволяющие не ставить под угрозу производство продовольствия и дальнейшее устойчивое экономическое развитие.

В этой связи представители многих западноевропейских стран предложили рассмотреть возможность принятия дополнительных обязательств по сокращению выбросов ПГ, которые предусмотрены РКИК. Показательными оказались итоги переговоров, состоявшихся на третьей Конференции Сторон РКИК в Киото (Япония), на которых 10 декабря 1997 г. был принят в качестве дополнения к РКИК Киотский протокол. Он зафиксировал количественные обязательства по снижению выбросов ПГ по сравнению с объемом выбросов в 1990 году для каждой промышленно развитой страны в первый период выполнения обязательств 2008-2012 гг.

Необходимо подчеркнуть, что в основу РКИК легла гипотеза о преобладающем вкладе в увеличение средней глобальной температуры приземного воздуха, роста концентрации парниковых газов в результате увеличения их антропогенных выбросов. Является ли это единственным фактором опасного воздействия на климатическую систему? По всей вероятности, нет.

Как известно, климат на Земле определяется сложными взаимодействиями между атмосферой, мировым океаном, ледяными покровами на суше и шапками на полюсах, животными, растениями и сушей. Ученые говорят о "климати-

ческой системе" в составе атмосферы, гидросферы, литосферы и биосферы и всех природных факторов, взаимодействие которых формирует и влияет на изменение климата.

На разных стадиях развития планеты соотношение основных газов атмосферы и их соединений изменялось, достигнув таких показателей: азота - 75,6, кислорода - 23,05, аргона - 1,3, диоксида углерода - 0,047, остальных газов - менее  $10^{-3}$  весовых %, измеренных на уровне моря. Эти соотношения также достаточно условны, так как в пределах атмосферы и Земли в целом стабильно и массово идут фотохимические разложения метана, аммиака, водяного пара и других газов с образованием диоксида углерода, азота и водорода. Однако именно постоянные процессы изменения и превращения энергии и вещества являются основой стабильности и равновесия климатической системы в целом.

В равновесном состоянии поглощенная солнечная энергия уравнивается поверхностным излучением и нагревом Земли, а за счет природных механизмов теплопереноса соблюдается тепловой баланс. Возможно, гармония жизни и природы продолжалась бы вечно, медленно флуктуируя во времени, если бы общество не стало весьма интенсивно изменять природу. Антропогенные факторы, вызывающие дополнительную аккумуляцию солнечной энергии и работу естественных механизмов теплопереноса, влияют на тепловой баланс, тем самым изменяя климат. Именно человек ускорил и продолжает ускорять подвижность химических элементов сначала в живом веществе, а затем - уже совместно с ним - в природных водах, в атмосфере, на суше, в литосфере, на Земле и в целом в системе «Земля-Космос».

Это относится к ускорению оборота  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$  и ряда других веществ, которые сильно реагируют на вмешательство человека в круговороты углерода, воды, кислорода, а, следовательно, и в тепловой баланс.

Кроме того, к факторам, активно влияющим на баланс солнечной энергии, относятся парниковые газы, создающие в атмосфере экран, задерживающий инфракрасное излучение, в результате чего нагревается поверхность Земли и нижний слой атмосферы.

Наиболее значительным парниковым субъектом, благодаря своему обилию, являются пары воды. Известно, что основным поставщиком водяного пара и воды в атмосферу является мировой океан. В результате испарения и турбулентного теплообмена с поверхности океана атмосфере ежегодно передается более 450 тыс. км<sup>3</sup> воды и 82 ккал/см<sup>2</sup>/год, а с поверхности суши – только 59 тыс. км<sup>3</sup> и 49 ккал/см<sup>2</sup>/год.

Поэтому мировой океан является главным фактором в формировании устойчивого и сбалансированного круговорота воды, т. е. климата и погоды на Земле. Следовательно, изменения свойств воды мирового океана, а также других объектов, прямо или косвенно с ним связанных, приводят к изменениям климата.

Следующий в ряду парниковых газов - двуокись углерода ( $CO_2$ ).

В отсутствие  $CO_2$  температура поверхности Земли была бы значительно ниже, чем в настоящее время, что создало бы крайне неблагоприятные условия для жизни. Известно, как менялся химический состав атмосферы за последние

160 тыс.лет. Эти сведения были получены на основе анализа пузырьков воздуха в ледниковых ядрах, извлеченных с глубины до 2 км на станции "Восток" в Антарктиде и в Гренландии. Было обнаружено, что в теплые периоды концентрация  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  были примерно в 1,5 раз выше, чем в холодные ледниковые периоды.

Двуокись углерода ( $\text{CO}_2$ ) попадает в атмосферу как естественным, природным, так и искусственным путем. На протяжении всей истории Земли он поступает в атмосферу в результате вулканической, биологической и других видов деятельности, а его баланс поддерживался за счет естественного круговорота в природе.

На Земле существует устойчивый *круговорот углерода* по аналогии с круговоротом воды. Считается, что содержание и соотношения между массами углерода на планете примерно такое: в карбонатных отложениях на дне водоёмов -  $1,3 \cdot 10^{16}$ , кристаллических породах -  $10^{16}$ , горючих ископаемых -  $3,4 \cdot 10^{15}$ , растениях -  $5 \cdot 10^{11}$ , животных -  $5 \cdot 10^9$  и атмосфере -  $23,5 \cdot 10^{11}$  т (рис. 1).

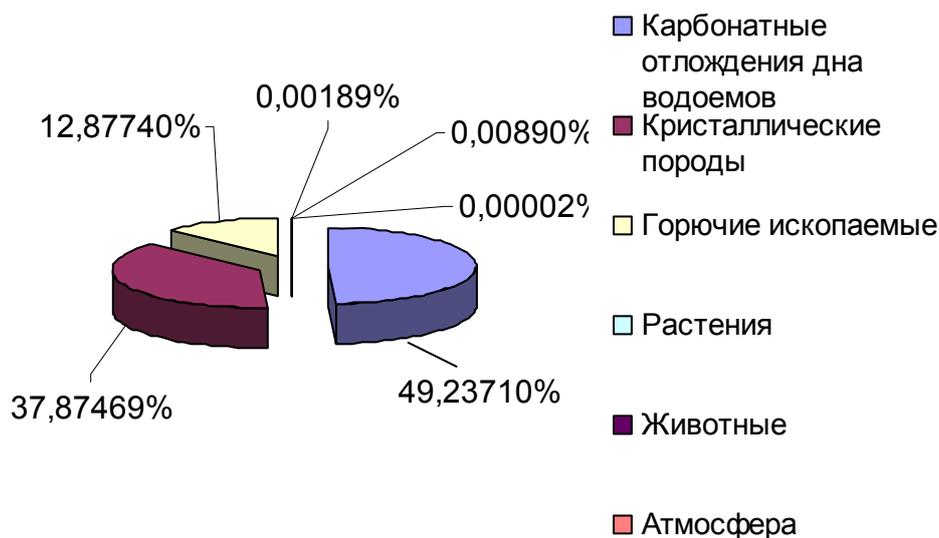


Рис. 1 – Распределение углерода на Земле, %

Как видно из приведенных данных, большая часть углерода содержится в карбонатных отложениях на дне водоёмов и кристаллических породах, затем в горючих ископаемых. Окислы углерода находятся в атмосфере в основном в виде его диоксида, меньше - в комплексах с водяным паром и другими газами и твердыми частицами.

Кроме того, главной особенностью разных соединений углерода  $\text{CO}_n$  является их хорошая растворимость в любых видах природной воды, причём чем ниже температура воды, тем лучше растворимость. Однако  $\text{CO}_n$  весьма подвижны, особенно в водоёмах, а также на границах атмосферы с ними и с Космосом. Поэтому приведенные выше цифры достаточно условны, а скорости перехода углерода от одного из «потребителей» к другому могут быть разными, изменяясь от многих факторов, но прежде — от температуры и влажности.

Основными механизмами влияния на глобальный углеродный цикл являются:

- жизнь лесов, занимающих около 28 процентов суши, которые, по мере роста, поглощают углекислый газ из атмосферы и накапливают его в фитомассе и лесном гумусе. Так, по оценкам Всемирного фонда живой природы (World Wildlife Fund), на леса приходится 80 процентов углерода, содержащегося в растительности, и 40 процентов – от общего содержания в почве. По оценкам ученых, каждый год  $1.6 \pm 1.0$  млрд т выбросов углерода в атмосферу не поглощаются за счет уничтожения лесов и изменения способов землепользования;

- процессы в мировом океане, занимающем 70 процентов всей поверхности Земли. В мировом океане концентрация углекислого газа на глубине в несколько раз выше, чем у поверхности. Это связано с тем, что запас растворенного в воде неорганического углерода в виде бикарбонатных ионов, находящихся в равновесии с  $\text{CO}_2$ , почти на два порядка больше, чем в атмосфере. Если жизнь в океане прекратится, концентрация неорганического углерода на глубине и у поверхности уравниваются и это приведет к многократному увеличению концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Следовательно, биосфера океана регулирует атмосферную концентрацию  $\text{CO}_2$  и, тем самым, сохраняет приземную температуру в оптимальных для жизни пределах. Кроме того, ряд ученых-климатологов полагают, что мировой океан имеет огромный потенциал поглощения  $\text{CO}_2$ , и при повышении температуры воды способность поглощения углерода океаном увеличивается.

Поэтому мировой океан является также главным фактором в формировании устойчивого и сбалансированного круговорота углерода (и его соединений). Следовательно, изменения свойств воды мирового океана прямо приводят к изменениям климата.

Взяв за основу результаты теоретического обобщения информации, которой располагает сейчас человечество, можно сформулировать представления о механизме циркуляции воды (как основы системы теплопереноса) и диоксидов углерода (как основы механизмов терморегулирования) и их влиянии на климат.

1. Температура на Земле сейчас увеличивается в основном из-за подхода ее локального максимума на «графике» вековых колебаний во времени.

2. Вклад человека в дисбаланс круговорота воды и углерода в природе тенденциозно растёт:

- в результате роста техногенных загрязнений воды привычная для людей в разных климатических зонах влажность изменяется от скорости испарения воды из водоёмов, пор на суше, из растений, планктонов и других мелких организмов, стоящих в начале пищевых цепочек;

- нарушив скорости естественного перехода воды и углерода по кругу основных накопителей-преобразователей за счёт интенсивного и массового сжигания ископаемых, человек увеличил приток  $\text{CO}_n$  в атмосферу, литосферу и водоёмы, а через них - в растения и другие формы жизни, существенно изменив при этом качество и количество жизнотворной массы, т.е. способность переработки соединений углерода в частности и обеспечения жизни пищевых цепочек

вообще.

3. Совместное действие ряда процессов привело к росту содержания разных соединений углерода в атмосфере, а также к уменьшению его растворимости в океанах из-за их сильного прогрева. Это, с одной стороны, привело к росту парникового эффекта атмосферы, а с другой - уменьшило эффективность фотосинтеза водных организмов, при котором СОп играют одну из основных ролей. Часть планктонных микроорганизмов, выделяющих диметилсульфид, уменьшила приток ядер конденсации в атмосферу, что, в конечном счете, увеличило среднюю температуру и снизило влажность в зонах их устойчивого обитания, а также в зонах дислокации после межконтинентальных дрейфов и между этими зонами. Из-за уменьшения облачности Земля стала более открытой для ультрафиолетового излучения, что с одной стороны, способствует увеличению активности фотосинтеза, однако, с другой стороны, уменьшает приток СО<sub>2</sub> из водоемов.

4. Вынос элементов карбонатных, сульфатных, нитратных и других систем реками и подводными водами в прогретый океан из-за уменьшения СОп в водах литосферы приводит к уменьшению интенсивности химических отложений на его дне, что, совместно с замедленной из-за прогрева вертикальной циркуляцией слоев воды, приводит к ухудшению подпитки микроорганизмов планктона необходимыми неорганическими веществами, нарушая нормальный ход фотосинтеза, т.е. образование сахара глюкозы, цистеина, аминокислот и других субъединиц жизни. Это особенно касается жизнедеятельности единственной группы организмов, которые могут связывать азот и углерод в аэробных условиях - цианобактерий. Именно они, по общепризнанной версии, стоят в начале большей части пищевых цепочек и вырабатывают значительную часть кислорода, объёмы которого в атмосфере влияют на эволюцию биосферы Земли и, в частности, на управление климатом.

Таким образом, логическое развитие путей решения проблемы изменения климата требует комплексного рассмотрения взаимосвязи и взаимозависимостей основных климатообразующих процессов: кругооборота воды и кругооборота углерода, базой формирования и развития, а также естественным регулятором которых является мировой океан.

Мы вступили в эпоху экстремального климата, и скорость климатических изменений не сравнима ни с чем. Проблема исторических и современных изменений климата оказалась очень сложной и не находит решения в схемах однофакторного детерминизма. Таким образом, разработка и проверка новых гипотез является необходимым условием познания закономерностей кругооборота, общей циркуляции воздуха в атмосфере и других геофизических процессов, которые влияют на биосферу в рамках мирового кругооборота.

Только комплексное изучение круговорота процессов в природе (круговорот воды, углерода, тепла), процессов превращения, в т.ч. изменение свойств основных теплоносителей (главным из которых является вода) в процессе глобального энергопереноса, даст возможность определить факторы, которые яв-

ляются опасными для климатической системы с точки зрения необратимости возможных изменений.

Из выше изложенного можно заключить, что проблема климатических изменений, развития климатической системы как части «системы-систем» Земли тесно связана с проблемами тепло- и энергопереноса, теплового баланса, т.е. форм проявления принципа мирового круговорота, в том числе круговорота процессов в природе (круговорот воды, углерода, тепла и другие).

Проблему мирового круговорота в XIX - начале XX века обсуждали многие авторы. Представления о проблемах мирового круговорота формулировали:

*С. Аррениус:* «Небесные светила теряют огромные количества тепла, а также материи... небесные тела должны бы уменьшаться или изменяться в темные невидимые тела в бесконечном течении времени, что не согласуется с нашим опытом. Итак, должен существовать какой-то естественный процесс, который сгущает материю и энергию, чтобы уравновесить это рассеивание» [18].

*Ж. Беккерель:* «...гелий представляет как бы первичный элемент, атомы которого служат материалом для построения других, более сложных; в плотных космических телах образуются радиоактивные элементы. При их распаде снова образуется гелий» [19].

*К.Э. Циолковский:* «Частицы эфира, комбинируясь, дают начало электронам или другой простейшей материи ... В солнцах и планетах происходит процесс разложения частиц. ... Собственно, и в эфире, и в небесных телах происходит и то и другое. Но в простой материи, понятно, преобладает синтез, а в сложной – анализ» [20].

Но после 30-х годов XX века проблема мирового круговорота почти не исследовалась в связи с широкой пропагандой представлений релятивистской космологии, результатом развития которой есть теория «тепловой смерти Вселенной» на теоретической базе классической термодинамики, а конкретно - второго закона термодинамики.

Суть основных следствий из второго закона термодинамики можно проиллюстрировать на его трактовках, используемых в различных областях знаний:

- закон превращения форм движения не является абсолютным и направление превращений энергии устанавливается вторым законом термодинамики (Беляев Н.М., Молевич Е.Ф., Нернст В., Оствальд В., Певзнер Л., Тер Хаар Д., Вергеланд Г.);

- формы движения (виды энергии) различаются по своей способности к превращению в другие формы, причем тепловая энергия – это энергия низшего (второго) сорта, малоэффективная, неполноценная, деградированная форма энергии; она не способна полностью превращаться в другие формы энергии (Ауэрбах Ф., Беккерель Ж., Беляев Н.М., Больцман Л., Бриллюэн Л., Гохштейн Д.П., Жуковский В.С., Каблуков И.А., Кузнецов П.Г., Пригожин И., Стенгерс И., Товбин М.В., Яковленко В.Ф.);

- деградация (рассеяние, диссипация) энергии происходит во всех реальных (природных) процессах и означает превращение части энергии в тепловую (Алексеев Г.Н., Гохштейн Д.П., Радциг А.А.);

- в некоторых условиях энергия полностью теряет способность к дальнейшим превращениям (Гельмгольц Г., Гохштейн Д.П.);

- энергия может быть неработоспособной (Бродянский В.М.), покоящейся (Оствальд В.), а теплота – совершенно неработоспособной (Бродянский В.М.);

- ограничения на превращения тепла в иные формы энергии накладывает второй закон термодинамики (Гельмгольц Г., Гетман Ф., Кемпфер Ф., Кикоины А.К. и И.К., Нернст В., Плотников В.А., Поль Р.В., Седов Е.А., Спасский Б.И., Ферми Э., Шамбадаль П.);

- вывод о качественной потере, т.е. деградации, рассеянии, диссипации энергии, многими физиками рассматривается как отдельный закон деградации (рассеяния, диссипации) энергии (Бриллюэн Л., Вейник А.И., Иноземцев Н.В., Кузнецов П.Г., Путилов К.А., Пуанкаре А., Радужкевич Л.В., Товбин М.В.).

Именно такие трактовки привели к возникновению понятия энтропии и связанными с ней представлениями:

- представление о невозможности превращения теплоты в другие формы движения при постоянной температуре и необходимости разности температур для такого превращения;

- *представление о деградации (потере способности к дальнейшим превращениям) энергии в природных процессах;*

- представление о второсортности теплоты как вида энергии, ее меньшей, по сравнению с другими формами движения, способности превращения в другие формы движения (виды энергии);

- не имеющий исключений закон возрастания энтропии;

- *гипотетическое предположение о необратимости процессов преобразования форм движения, протекающих в природе.*

На основании этих представлений, на протяжении *всей истории развития термодинамики* утверждается, что во Вселенной происходит увеличение доли тепла за счет других видов энергии, и что со временем вся энергия превратится в тепловую, а Вселенную постигнет тепловая смерть. Допущение необратимости природных процессов в сочетании с пониманием того, что совокупность всех природных процессов есть движение материи (Вселенной), влечет заключение о необратимой эволюции Вселенной, постоянном накоплении Вселенной тепла и движения Вселенной к тепловой смерти. «Именно теория «тепловой смерти» признает, что все тепловые процессы в мире необратимы и что сам мир, как целое, представляет собой с термодинамической точки зрения также необратимый процесс» [17].

*Исторический анализ представлений о превращении тепла:*

- 1886 г. «...обратное превращение тепла в работу или видимую живую силу или совсем невозможно, или возможно только отчасти... Энергия в форме тепла часто обозначается как рассеянная или деградированная энергия. Таким образом, второй закон констатирует непрерывный рост деградации энергии, пока наконец не прекратятся все видимые движения во вселенной» (*Больцман Л.*);

- 1923 г. «Тепловая энергия есть энергия движения неправильного, беспорядочного... тепловое движение частиц есть движение наиболее вероятное. Всякое не-тепловое движение должно иметь стремление к переходу в движение те-

пловое... Энергия тепловая лишь при исключительных условиях, так сказать, искусственно, может быть преобразована в не-тепловую энергию движения материи» (Хвольсон О.Д.);

- 1928 г. «...В фундаменте современного естествознания лежит не только закон сохранения энергии, но и закон рассеяния энергии» (Гессен Б.М.);

- 1939 г. «В качестве первого и второго начала термодинамики приняты два главенствующих закона физики, смыкающие физику с общими вопросами философии – закон сохранения энергии и закон деградации энергии» (Путтилов К.А.);

- 1953 г. «...Теплота должна рассматриваться как низшая или деградированная форма энергии; она не может целиком превращаться в механическую работу» (Лаберенн П.);

- 1963 г. «Деградация энергии сопровождается любой реальный процесс...тепло же не в состоянии полностью перейти в другие виды энергии. А тепло, попавшее в окружающую среду, не может даже частично перейти в другие виды энергии» (Гохштейн Д.П.);

- 1984 г. «Тепло и механическая энергия эквивалентны с точки зрения закона сохранения энергии..., но отнюдь не второго начала... Коротко говоря, механическая энергия более «высокого сорта» (более когерентная), чем тепло, и всегда может быть превращена в тепло. Обратное неверно» (Пригожин И., Стенгерс И.).

Но особенно следует отметить появление представлений *о деградации (потере способности к дальнейшим превращениям) энергии в природных процессах и гипотетическое предположение о необратимости процессов преобразования форм движения, протекающих в природе, связанные с понятием энтропии.*

*Энтропия.* Из второго начала термодинамики следует закон возрастания энтропии: она возрастает при теплообмене, смешении газов, образовании теплоты путем трения, расширении газа. При этом теплоте приписываются особенности, присущие круговым процессам преобразования энергии, особенно это относится к природным процессам.

Но хотя еще Ван-дер-Ваальс и Констамм писали, что «науке не известно, имеется ли в мире живой материи аналог функции энтропии», а К.С.Тринчер и П.Г.Кузнецов утверждали, что явления жизни противоречат второму началу термодинамики, в современной науке все больше авторов из различных областей находят применение закону возрастания энтропии, например:

- в полном соответствии со вторым началом термодинамики рассматривается процесс распада звездных скоплений и визуально-двойных звезд;

- как выражение роста энтропии видится то, что «...сохранение вида достигается ценой гибели подавляющей массы его представителей» [21];

- проявлением второго начала термодинамики декларируются процессы этногенеза и др.;

- многие авторы определяли энтропию как меру беспорядка, хаоса, неупорядоченного состояния, что в сочетании с незнающим исключений законом возрастания энтропии приводило к заключениям: «мы погружены в жизнь, где мир

всцело подчиняется второму закону термодинамики: беспорядок увеличивается, а порядок уменьшается» [22]; «принцип возрастания энтропии создает впечатление, что мир приближается к ситуации, характеризующейся все возрастающим беспорядком» [23].

Но главное то, что такие представления, через соответствующие теории, ставят под сомнение значение принципа круговорота в системе мироздания, а следовательно - снижают объективность изучения и потенциал использования форм проявления мирового круговорота, в том числе в формах круговорота воды, углерода и т.д., процессов тепло- и энергопереноса.

В то же время история полуторавекового развития второго начала термодинамики является не историей развития термодинамики как науки, а историей попыток спасения классической формулировки.

Проблема 1. Теплорода нет, следовательно, необоснованным является положение С. Карно о необходимости разности температур для превращения тепла в работу.

*Решение.* Р. Клаузиус и В. Томсон решают придумать новые постулаты, чтобы сохранить в теории положение о необходимости разности температур для превращения теплоты в работу.

*Комментарий.* Постулат Клаузиуса: «Теплота не может переводиться сама собой от более холодного тела к более тепловому» [24]. Этот постулат Клаузиуса не является обобщением опытных данных, экспериментов в подтверждение этого постулата не проводились, он считал его очевидным. В то же время очевидным, проверяемым с помощью органов чувств результатом, является то, что при тепловом контакте температуры тел становятся одинаковыми, а что происходит при этом и в каком направлении (теплота, энергия, теплород от теплого тела к холодному или холод от холодного к тепловому) - определяется той теорией, которую поддерживают физики в данное время. *Только ввиду того, что на основе теоремы Карно и принципа существования энтропии получено множество подтвержденных экспериментально результатов, можно считать, что истинность постулата Клаузиуса подтверждается истинностью теорем, полученных на его основе, как и истинность аксиом в геометрии.*

Проблема 2. Вопреки постулату Томсона теплота превращается в работу при охлаждении тела ниже температуры окружающей среды.

*Решение.* М. Планк предлагает ограничить постулат Томсона круговыми процессами.

Проблема 3. Величина энтропии для термически неоднородных систем не является полным дифференциалом, доказывает Т.А. Афанасьева-Эренфест.

*Решение.* Энтропией системы считают сумму энтропий ее термически однородных частей.

Проблема 4. А.А. Глухман доказывает несостоятельность существования энтропии, данную основоположниками термодинамики: в 1947 году вышла книга А.А. Глухмана «Об основаниях термодинамики», в которой приводится доказательство теоремы Карно при исходном постулате, противоположном постулату Клаузиуса. Т.е. теорема Карно и существование энтропии не следует из

постулата Клаузиуса, так как принцип существования энтропии не зависит от принципа возрастания энтропии (В.Н. Игнатович).

*Решение.* Ее существование принимается без доказательств (он же) и т. д.

Однако со временем выяснилось, что эволюция, как постепенный переход к неупорядоченному, хаотическому состоянию с максимальной энтропией, бесспорна только для физиков. С точки зрения естественников-нефизиков бесспорна эволюция окружающего нас мира в сторону усложнения, самоорганизации.

Ответом физиков на это было не признание существования «антиэнтропийных процессов», а признание того, что энтропия не является мерой беспорядка: «необратимая эволюция системы к своему состоянию аттрактора может быть отождествлена с эволюцией к единообразному состоянию только в том случае, если аттрактор является состоянием термодинамического равновесия. В случае отсутствия состояния равновесия (для природных процессов) необратимость и возникновение энтропии могут быть определены как источник порядка [25].

Это приводит к новым взглядам на тепловую смерть Вселенной: «...мы принуждены поместить тепловую смерть вселенной не в конец ее истории, а в начало и заключить, что порядок, характеризующий нашу нынешнюю Вселенную, не является порядком выжившим, несмотря на прогрессивную деградацию, но порядком, возникшим в результате первоначального энтропического взрыва [26].

Таким образом, в результате развития термодинамики в XX веке у энтропий различных систем, в которых протекают неравновесные процессы (в т.ч. и природные), остался единственный общий признак – монотонное возрастание во времени: «...единственно, что второй закон термодинамики говорит точно о производстве энтропии – знак этой величины» [27].

Но если энтропия – это функция состояния единственным существенным признаком которого является возрастание во времени в ходе любого самопроизвольного процесса, то закон возрастания энтропии (второй закон термодинамики для неравновесных процессов) является тавтологией.

*Следствие:*

- это «единственный закон физики, который не может быть опровергнут» (Шамбадаль П.),

- «через 150 лет после того, как второй закон был сформулирован, он все еще представляет собой скорее программу, чем четко очерченную теорию в обычном смысле этого понятия (Пригожин И.),

- «вопрос о физических основаниях монотонного возрастания энтропии остается...открытым» (Ландау Л.Д., Лифшиц М.А.).

На наш взгляд, именно поэтому великий ученый-гуманист академик В.И. Вернадский на фоне редко звучащей критики второго закона термодинамики и понятия энтропия четко выразил свое отношение к нему:

«...в явлениях биосферы в силу существования жизни, энтропия Вселенной должна была бы уменьшаться, а не увеличиваться. ...жизнь не укладывается в посылки в которых энтропия установлена» [28].

Этим он выразил понимание того, что любое обоснование необратимости природных процессов (в том числе и процессов теплообмена) является предпосылкой для отрицания возможности создания мировых систем взаимодействия человека и природы.

Особенно это важно принимая во внимание роль и влияние социальной, т. е. высшей, формы биологического движения на процессы, ведущие к возникновению жизни: например, влияние радиоизлучения на процессы образования молекул органических веществ в космосе; и это при том, что уже три десятилетия назад Земля излучала в метровом диапазоне радиоволн такую же мощность как и Солнце [29], а излучение земных источников несет на много порядков большую информацию, чем солнечное.

Изучение роли социальной формы движения в мировом круговороте является одним из наиболее актуальных предметов будущих исследований. Мы не можем отказать в праве на существования любой форме круговорота, так как в сущности любого круговорота лежит превращение энергии. В то же время реальные явления не могут быть полностью обратимыми, так как связи с окружающим миром бесконечно сложны, и поэтому совокупность условий, в которых происходит явление, не сможет повториться с абсолютной точностью (временная составляющая). Поэтому все процессы превращения конечных форм движения материи во Вселенной являются непосредственно необратимыми, поскольку они являются процессами развития, но при этом косвенно обратимыми, что позволяет рассматривать Вселенную, в целом неизменную, как мировой круговорот.

Таким образом, можно связать воедино основные категории развития Земли как системы-систем: КРУГОВОРОТ-БАЛАНС-РАЗВИТИЕ.

Именно поэтому не удержание классических позиций термодинамики и «совершенствование» теории «большого взрыва», а развитие теории мирового круговорота в рамках физики космоса, наук о земле и воде как основы проявления жизненно важных форм мирового круговорота, является основой нового подхода к решению глобальных проблем существования и развития цивилизации. Хватит «кромсать» природу так, как нам хочется. Этот подход нацелен на:

- изучение не с целью изменить, превратить, но с целью понять;
- понимание не с целью уничтожить, но содействовать, ускорять;
- действие не с целью борьбы за выживание, обеспечения существования, но для взаимопроникновения, гармоничного сосуществования.

В то же время изучение проблемы мирового круговорота во всех его формах проявления позволяет взглянуть на любое взаимодействие с точки зрения взаимопроникновения и полифонии.

Исчезает необходимость «перекраивать», «переламывать» естественные природные объективные процессы самовосстановления и самоорганизации путем навязывания своих человеческих моделей «коррекции», «спасения цивилизации любой ценой». Возникает необходимость просто понять направление естественных процессов саморегуляции и самоорганизации и постараться стимулировать их протекание в звеньях, наиболее выгодных человечеству на данном этапе развития.

Проиллюстрируем данное предложение.

Анализ моделей хода тепловых процессов в течение миллиардов лет существования Земли позволяет заметить, что основной причиной изменений является деятельность мельчайших по габаритам, но многочисленных форм жизни. При этом важным является факт невозможности существования жизни без воды. Именно отношения Солнца, воды и жизненных форм определяли и продолжают определять ход тепловых процессов на нашей планете (табл.1). Из их анализа следует, что солнечное тепло в основном поглощается атмосферой, океанами, сушей и их различными переходными формами. Как видно жизнь, располагая в основном теплом океанов и суши, а также части прилегающей атмосферы, содержит в себе и продуцирует в биосферу относительно небольшое количество тепла (рис. 1).

Таблица 1 – Энергия и условная мощность, развиваемая солнечным излучением и жизнью земли в течение года

	Мощность, млрд. МВт	Энергия, ккал/год	По отношению к Солнцу, %
1 Солнце	219,2	$1,66 \cdot 10^{21}$	100
2 Атмосфера	131,5	$9,96 \cdot 10^{20}$	60
3 Океаны и суша, ледники и покров	87,7	$6,64 \cdot 10^{20}$	40
4 Жизнь:			
располагает	87	$\approx 6,6 \cdot 10^{20}$	$\approx 40$
содержит	0,021	$1,6 \cdot 10^{17}$	$\approx 10^{-4}$
отдает в биосферу	1,98	$1,5 \cdot 10^{19}$	$>0,9$
5. Выбросы вырабатываемой энергии	$> 0,066$	$> 5 \cdot 10^{17}$	$>3 \cdot 10^{-4}$

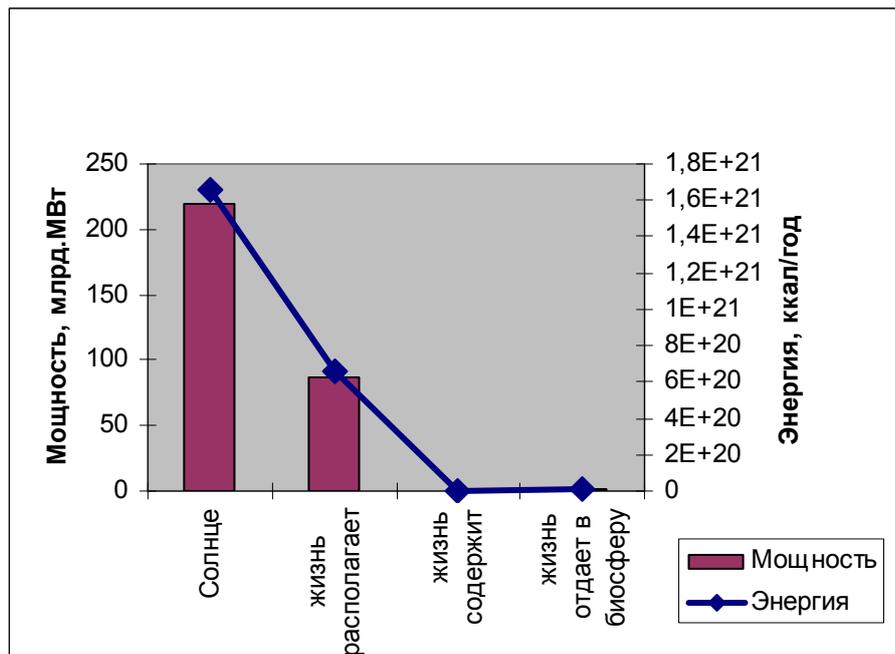


Рис. 1 – Биологическая и солнечная энергия

Поэтому чем быстрее человечество изобретет и/или перейдет к:

- использованию энергопроизводящих способов с минимальными тепловыми выбросами;

- новым методам и технологиям использования техногенных выбросов, тем скорее будут улучшены условия для дальнейшего развития жизненных форм.

При этом надо особо отметить участвовавшие факты появления опасных и вредных форм жизни, так названных «мутантов» и «реваншистов», которые представляют реальную угрозу для высших форм жизни, основной средой обитания которых являются водоемы.

Обратившись к данным табл. 2, можно увидеть, что скорость продуцирования мельчайших форм жизни в водоемах на несколько порядков выше, чем на суше. Тотальное загрязнение вод Мирового океана определяет соответствующий рост опасных и вредных форм жизни. Восполнение всех жизненных форм превалирует именно в водоемах. Поэтому, если считать, что только сама жизнь может спасти свое будущее, то наиболее рациональным путем является помощь человечества по развитию водных организмов в целом и планктонов, в частности.

Таблица 2 - Биомасса и годовая продукция в основных средах обитания, млрд. т

Среда обитания	Биомасса и продукция в сумме		Биомасса		Продукция	
	Растения	Животные	Растения	Животные	Растения	Животные
Океаны	552	60...88,7	≈2	32,5	550	27,5...56,2
Суша	7748	23	6998	8	750	15
Всего	8300	83...111,7	7000	40,5	1300	42,5...71,2

Человечество вряд ли сможет перераспределить соотношения водяного пара, CO<sub>2</sub> и других газов без помощи мельчайших форм жизни. Именно они, особенно цианобактерии, изменили ход тепловых процессов, превратив Землю из «ледышки» в благоприятную для людей «теплицу». Сами люди с каждым годом сильнее разрушают общий Дом выбросами огромного количества тепла, сжиганием воздуха и нарушением начал основных пищевых цепочек. Этот факт очевиден; следовательно, становится более понятным дальнейший путь упреждения глобальных природных катастроф. По нашему убеждению, он состоит в содействии восполнению полезных фотосинтезирующих жизненных форм в первую очередь в океанах и других водоемах планеты, где жизнь способна развиваться особенно быстро. Естественно, что этот процесс потребует четкой взаимопонятной и слаженной организации усилий всего человечества. В ходе реализации этого пути потребуются подготовка ряда Межправительственных актов, проекты которых представлены далее по тексту.

Таким образом, жизнь на Земле и особенно в мировом океане является основной процесса кругооборота веществ и основным регулятором теплового ре-

жизни планеты. Поэтому изменение свойств жизни и ее главного теплового посредника - мирового океана приводит к соответствующим изменениям климата.

Механизмы Киотского протокола можно с уверенностью рассматривать как первый крупный международный шаг по защите «воздушного» океана Земли на пути формирования и развития мировой системы стабилизации климатической системы и помощи действию защитных механизмов жизни на Земле. Следующим этапом должно быть создание международной системы охраны водных ресурсов от загрязнения. Эта система, по нашему мнению, будет построена по аналогии с той, которая уже эффективно действует в соответствии с Киотским протоколом к РКИК. Именно защита жизни в основной ее среде обитания (воде), а не сокращение выбросов газов, придаст Киотскому протоколу новое важнейшее значение.

В рамках данной концепции наиболее информативными параметрами для мониторинга климатической ситуации могут выступать абсолютное содержание различных форм водной жизни в исследуемой точке и скорость их изменения. Так как между этими параметрами и температурой существует устойчивая связь, то это дает возможность оценить и прогнозировать климатическую ситуацию. При большом количестве замерных станций, используя мировую компьютерную сеть, можно выявлять закономерности изменения климата как в отдельных регионах, так и на Земле в целом, а также разрабатывать меры по их предотвращению.

Важность представленных направлений исследований подтверждает и структура складывающейся системы мирового экологического мониторинга: существует Международная инициатива по комплексным наблюдениям за Землей с использованием подхода «Система систем», участниками которой являются 55 стран и Европейский союз. Основными составляющими этих комплексных наблюдений являются следующие:

1) *глобальная система систем наблюдений за планетой Земля* (Global Earth Observation System of System), создание которой было инициировано на Совещаниях на высшем уровне по наблюдениям за Землей (Вашингтон, 2 августа 2003 года и Токио, 25 апреля 2004 года) с целью обеспечения непрерывных и всеобъемлющих наблюдений за состоянием земной поверхности, атмосферы, океана, погоды, климата, экосистем, природных бедствий и техногенных катастроф;

2) *регулярная оценка состояния морской среды* (Regular Process for the Assessment of the State of the Marine Environment), решение по которой было принято на Всемирном Саммите по устойчивому развитию (Йоханнесбург, 2002 год) и одобрено Генеральной Ассамблеей ООН;

3) *система предупреждений о цунами в Тихом океане в составе Международной координационной группы и Международного информационного центра по цунами;*

4) проведение Межправительственной океанографической комиссией (МОК) Международного Полярного Года как комплекса интенсивных наблю-

дений и исследований полярных районов Земли с целью улучшения понимания их роли в планетарных процессах.

Какое значение это имеет для Украины?

Современные тенденции развития мировой экономики, возникновение и развитие механизмов Киотского протокола как объективного социально-экономического требования нашего времени, повлекут фундаментальные изменения в отечественной экономике, направленные на повышение уровня эффективности использования природных топлив и создание новых энергопроизводящих технологий. Остро встал вопрос о замкнутых циклах производства, позволяющих регенерировать и повторно использовать невозполнимые природные ресурсы, и о создании экологически чистых производств.

В последние годы получены новые научные результаты, которые позволили глубже понять связь общепланетных процессов и установить главную причину глобального ужесточения климата – нарушение условий продуцирования мельчайших по габаритам форм жизни в основной среде обитания – воде.

Появилась реальная возможность активного вовлечения украинских ученых в исследование и решение международных проблем в области изменения климата. Это позволит не только повысить институциональную эффективность отечественной экономики за счет интенсивной интеграции и партнерства, но и эффективно использовать существующий научно-технический потенциал для повышения уровня конкурентоспособности экономики Украины в мировой экономической системе.

Место Украины в международном разделении труда связано с созданием и развитием международных природоохранных систем и механизмов. Именно такие положения станут основой глобальной конкурентоспособности национальных экономик в XXI столетии.

Исторический и логический анализ развития международного сотрудничества в решении проблем ужесточения климата свидетельствует о необходимости активной разработки и проверки новых гипотез влияния водных форм жизни на климатические процессы.

Кроме того, требуется постепенное изменение наших взглядов на науку и технику. Грядущие перемены предоставят огромные возможности для экономики – мировое сообщество может обеспечить гармоничное развитие общепланетной жизни. Помощь защитным механизмам жизни в первую очередь в основной среде ее обитания – воде приведет к стабилизации климатической системы. Это принесет положительные результаты и для экономики, и для окружающей среды, и для общества. Будет создана основа конкурентоспособности любой из национальных экономик. Реструктуризация экономик будет менее болезненной и более эффективной, если начать действия уже сейчас.

Украина пережила реструктуризацию экономики в 90-х годах XX века и не учесть всех ошибок на этом пути - значит платить далее минимум двойную цену, что в условиях ограниченности ресурсов является непозволительной роскошью для любого государства.

## Выводы

1. Сейчас необходим переход на новые принципы „несилового” взаимодействия с окружающей средой. Предлагается новый подход к решению проблем, связанных с изменением климата путем стимуляции круговорота воды и углерода, как основы механизмов теплопереноса и терморегулирования.

2. Стимуляция важна лишь на начальной стадии этого процесса. В дальнейшем он будет проходить в рамках гармоничной динамической модели в соответствии с законами природы.

3. Ключевую роль играет разработка технологий стимулирования защитных механизмов природы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киотский протокол к Конвенции об изменении климата: Киото, 1997 г.
2. Резолюция ЕС XXXIX. «Основные направления действий по подготовке Программы и бюджета Межправительственной океанографической комиссии» ЮНЕСКО на 2008-2009 г.г.
3. Организация Объединенных Наций: Основные факты. –М.: Весь Мир, 2005 г.
4. Заключение и рекомендации тематического семинара по «Окружающей среде». Материалы Шестой Рамной Программы ЕС. -Афины, 2006 г.
5. Наша планета: Пер. с англ. –М.: Мир, 1985. -245 с.
6. Петрянов–Соколов И.В. Самое необычное вещество в мире// Химия и жизнь. – 2007. -№1. –С. 26-29.
7. Качурин Л.Г. Физические основы воздействия на атмосферные процессы. –Л.: Гидрометеиздат, 1978, - С. 257-271.
8. Похмельных Л.А. Устройство для создания объемного заряда в атмосфере. Патент РФ N 2036577, 1995.
9. Деннис А. Изменение погоды засевом облаков. – М.: Мир, 1983.
10. Будыко М.И. Атмосфера Земли. Физическая энциклопедия, т.1 – М.: Советская энциклопедия, 1988.
11. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака: строение и физика образования. –Л.: Гидрометеиздат, 1983.
12. Давыдова О.Е., Вещицкий В.А., Мальцева Н.Н. Новые элементы биорегуляции для устойчивого развития в агроэкосистемах. – К.: Наук. думка, 2004. -С. 74-76.
13. Implications of Proposed CO2 Emissions Limitations - IPCC. Technical Paper IV. October 1997. JT Houghton, LG Meira Filho, DJ Griggs and M Noguer (Eds). In English
14. Stabilization of Atmospheric Greenhouse Gases: Physical, Biological and Socio. Implications - IPCC Technical Paper III. February 1997. JT Houghton, LG Meira Filho, DJ Griggs and K Maskell (Eds). in English.
15. An Introduction to Simple Climate Models used in the IPCC Second Assessment. Technical Paper II. February 1997. JT Houghton, LG Meira Filho, DJ Griggs and K Maskell (Eds). in English.
16. Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change - IPCC Tec. November 1996. RT.Watson, MC Zinyowera, RH Moss (Eds). in English.
17. Кольман Э.О. О так называемой «тепловой смерти Вселенной»// Под знаменем марксизма.-1940.-№11.- С. 128.
18. Аррениус С. Проблемы физической и космической химии. Лекции читанные в Сорбонне.-Л.:Науч. хим.-техн. изд-во, 1925.
19. Беккерель Ж. Эволюция материи и миров. 2-е изд.-Петроград:17-я госуд. типография, 1919.
20. Циолковский К.Э. Живая Вселенная//Вопросы философии.-1992.-№6
21. Камшилов М.М. Биотический круговорот.-М.: Наука, 1970.-С. 113.
22. Винер Н. Кибернетика и общество. – М.: Изд. иностр. лит., 1958
23. Рейф Ф. Статистическая физика. Изд. 2-е, стереотипное.-М.:Наука, 1977
24. Клаузиус Р. Механическая теория тепла//Второе начало термодинамики.-М.:Л.: Гостехтеориздат, 1934
25. Одум Г. Энергетический базис человека и природы. –М.: Прогресс, 1978
26. Пригожин И. Переоткрытие времени// Вопросы философии. – 1989. –№8
27. Пригожин И. Время, структура и флуктуации (Нобелевская лекция по химии 1977 года)//Успехи физических наук.-1980.-Т.131, Вып. 2.
28. Вернадский В.И. Очерки геохимии// Вернадский В.И. Избранные сочинения. Т.1.-М.: Изд-во АН СССР, 1954.
29. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. Изд.4-е.-М.: Наука, 1976. -С.173-174.