

УДК 502

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЗЕМЛИ**

**В.И. Колик**

УО «Столинский государственный аграрно-экономический колледж»  
г. Столин, Республика Беларусь

**В.А. Головков**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь

В статье анализируются негативные экологические изменения в системах Земли и рассматриваются их потенциальные последствия.

In article authors have analyzed negative ecological changes in Earth system and potential consequences of these changes also.

Хозяйственная деятельность человека связана с физическими, химическими и биологическими процессами, происходящими на нашей планете. При этом во временных масштабах, соответствующих исследованию человеческой деятельности (до сотен лет), процессы могут быть описаны в рамках двух широких понятий – климатическая система и биогеохимические циклы.

Климатическая система непрерывно изменяется в результате взаимодействия солнечного излучения и различных компонентов геосферы и биосферы. Хотя эти изменения происходили в течение миллиардов лет, важный новый фактор, влияющий на эти процессы, появился сравнительно недавно. Это эмиссия парниковых газов в результате деятельности человека. Такие газы сохраняют тепло на поверхности планеты и в нижних слоях атмосферы, поглощая инфракрасное излучение, выделяемое поверхностью Земли и возвращая его вновь на Землю.

Большинство парниковых газов в ней (не было бы и парникового эффекта) и жизнь являются новыми компонентами для атмосферы. Если бы их не было, жизнь на Земле была бы невозможной, поскольку глобальная температура опустилась бы на  $30^{\circ}\text{C}$  (что ниже точки замерзания воды).

Водяной пар ответственен за 80% парникового эффекта. Оставшиеся 20% – результат действия так называемых «следовых» газов, т.е. газов очень низкой концентрации. Антропогенные климатические изменения связаны преимущественно с усилением парникового эффекта за счет роста концентрации этих газов, особенно диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ), метана ( $\text{CH}_4$ ), оксида азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), тропосферно озона ( $\text{O}_3$ ) и хлорфторкарбонов ( $\text{CLFC}_5$ ). Все эти вещества, кроме хлорфторкарбонов, естественны для атмосферы и

естественным образом переходят в био- и геосферу через биогеохимические циклы. Однако в результате человеческой деятельности и долговременного сохранения молекул этих газов в атмосфере (до 400 лет) их концентрация возросла до уровня, снижение которого потребует периодов времени, сравнимых с геологическим временем.

Данные, свидетельствующие об увеличении атмосферной концентрации таких парниковых газов, весьма убедительны. Пробы, полученные из пузырьков воздуха, сохраняющиеся в антарктических льдах до 160 тыс.лет, заставляют говорить о значительном росте их концентрации за последние два столетия, т.е. с начала промышленной революции. Замеры состава воздуха в местах, отдаленных от человеческих поселений и промышленных центров, показывают повышение концентрации этих газов за последние 30 лет.

Исходя из понимания важнейших процессов, управляющих климатическими системами, и знания скоростей изменения концентрации парниковых газов, ученые, занимающиеся проблемами атмосферы, создали целый ряд моделей, на примере которых изучаются возможные изменения климатической системы за счет эмиссии этих газов. Данные, полученные при помощи этих моделей, позволили ученым согласиться в том, что:

- эмиссия газов усиливала в прошлом и продолжает усиливать сейчас парниковый эффект, ведя к повышению средней глобальной температуры на Земле;
- продолжающаяся эмиссия в будущем вызовет еще большее повышение температуры, причем оно будет более значительным и быстрым, чем когда-либо ранее в человеческой истории. Наблюдения за температурой показывают, что ее среднее глобальное значение увеличилось за последнее столетие, т.е. они подтверждают результаты моделирования.

Достаточно определенные прогнозы делаются в отношении повышения глобального уровня моря в результате теплового расширения океанов, причем повышение будет происходить с разной скоростью (и даже направленностью) в разных местах. Эти изменения могут быть смягчены или, напротив, усилены различными видами антропогенной деятельности, изменяющими характеристики земной поверхности (например, обезлесение, ирригация). Серьезной проблемой является также то, что многие экосистемы и виды не смогут приспособиться к быстрым изменениям климатических переменных.

Биологическое разнообразие представляет собой весь набор живых компонентов биосферы – результат процессов эволюции как

скоплений видов (экосистем), так и отдельных их представителей. Биологическое разнообразие может описываться на трех уровнях.

Экосистемное разнообразие представляет экосистемы в данном ареале, вплоть до масштабов Земли.

Разнообразие видов описывает набор видов в данном ареале – от отдельной экосистемы. По имеющимся оценкам, на Земле существует от 5 до 30 млн. видов.

Генетическое разнообразие описывает генетическую информацию на шкалах от отдельного организма. Отдельный организм может насчитывать от тысячи (бактерия) до 400 тысяч и более (многие цветущие растения и некоторые животные) генов.

Потеря биологического разнообразия – это процесс утраты целых экосистем, отдельных видов и генов. Такие процессы происходят естественным образом, однако в недавнем прошлом они ускорились в результате антропогенной деятельности. Примером может служить совокупность случаев, когда на острова (или даже на континенты) завозились новые организмы, где они начинали конкурировать с местными видами, значительно сокращали их численность или даже истребляли, вызывая тем самым значительные изменения в экосистемах.

В настоящее время самые значительные потери видов и генетического разнообразия вызываются изменениями в землепользовании и уничтожением влажных тропических лесов, содержащих свыше половины всех видов, существующих на Земле. Скорость их исчезновения повысилась в результате вмешательства человека в тысячи и десятки тысяч раз.

Такие богатые видами экосистемы, как тропические коралловые рифы, геологически древние озера и прибрежные шельфы также значительно страдают от уменьшения биологического разнообразия в результате деятельности человека. Во всех этих экосистемах потеря биологического разнообразия происходит как из вымирания особей (вплоть до целых видов), так и из изменений (вплоть до разрушения) физических и биологических условий, необходимых для существования видов. Одним из важнейших факторов оказывается размер экосистемы, оставшейся незатронутой изменениями в землепользовании; он прямо влияет на число видов, способных выжить в данном ареале.

Потеря биологического разнообразия может иметь широкий спектр потенциальных последствий для естественных и управляемых экосистем и для населения, зависящего от этих систем. Выделим самые значительные из них:

- на видовом уровне потеря одного вида насекомых может привести к вымиранию культур, опыление которых осуществляется данными насекомыми; аналогично исчезновение некоего вида может привести к размножению вредителей, численность которых этим видом контролировалась;

- исчезновение обитающих под землей организмов может уменьшить плодородие почв;

- потеря одного вида в продовольственной цепи может привести к уменьшению или полному исчезновению других видов, находящихся на более высоких уровнях.

Все это непосредственно влияет на способность населения Земли к выживанию.

Любые потери видового разнообразия неизбежно снижают генетическое разнообразие, что очень важно для человеческих популяций, ибо речь идет об утрате уникальной генетической информации. Такая информация может оказаться решающей для выведения и развития организмов, необходимых для адаптации планеты к последствиям климатических изменений и эрозии почв, потери опылителей и размножения вредителей. Кроме того, такая информация окажется жизненно важной для успешного развития здравоохранения и продовольственного обеспечения, сельского хозяйства и лесоразведения.

Озон постоянно присутствует в атмосфере, но наиболее высока его концентрация в озоновом слое стратосферы, где он образуется когда солнечное ультрафиолетовое (УФ) излучение разрушает молекулы кислорода ( $O_2$ ), в результате чего два атома кислорода (O), которые, соединились с другим атомом и молекулами кислорода и образовали молекулы озона ( $O_3$ ). Эти молекулы, в свою очередь, разрушаются УФ – излучением, поддерживая равновесие между O,  $O_2$ ,  $O_3$  в стратосфере.

Истощение стратосферного озона – процесс, происходящий из-за нарушения равновесия, либо вследствие реакций между молекулами озона и молекулами хлора, азота, брома, либо когда атомы кислорода вступают в реакцию с другими элементами, уменьшая тем самым общее содержание озона.

Хлор, азот и бром естественны для стратосферы. Однако концентрации хлора и брома значительно увеличились за последние 30 лет в результате растущей эмиссии галокарбонов. Эти химические вещества очень устойчивы в тропосфере, но, попадая в стратосферу, они разрушаются ультрафиолетовым излучением. Высвобождающиеся при этом хлор и бром провоцируют каталитический процесс

уменьшения стратосферного озона. Поскольку каждый атом имеет время жизни около 100 лет, он может разрушить до 10 тыс. молекул озона. В определенной степени процесс истощения стратосферного озона может быть сдержан растущей концентрацией других парниковых газов ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}$ ) в стратосфере.

В последние два десятилетия процессы уменьшения озона в стратосфере привели к значительному снижению его среднего глобального уровня концентрации. Это снижение зависит от сезона и, в общем, увеличивается по направлениям от экватора к полюсам. Самое значительное снижение наблюдалось во время антарктической весны. Концентрации стратосферного озона, измеренные в октябре 1987 г., составили менее 50% тех, которые были зафиксированы в октябре 1979 года.

Образование «озоновой дыры» является результатом сложного взаимодействия физических и химических процессов, не встречающихся на других широтах. Атмосферные модели показывают, что концентрация озона в стратосфере будет уменьшаться на всем земном шаре вследствие длительного времени жизни молекул хлора и брома, которые уже находятся в атмосфере или попадут туда в будущем. Однако, поскольку ни взаимодействие различных химических веществ в стратосфере, ни уровень их будущей эмиссии не известны полностью, невозможно и предсказать будущую скорость уменьшения концентрации озона.

Стратосферный озон очень важен для биосферы, поскольку он поглощает большую часть ультрафиолетового излучения, вредного для животных и растений. Нарастание потоков УФ-излучения, достигающих поверхности Земли, грозят человечеству ростом таких заболеваний, как рак кожи и нарушение зрения, а также подавлением иммунной системы. Кроме того, может снизиться урожайность сельскохозяйственных культур и произойти изменения в экосистемах моря. Процесс УФ-поглощения имеет значение также для климатических процессов, для трансформации солнечного излучения в механическую энергию ветра и тепла, для запуска важнейших химических реакций.

Итак, снижение концентрации озона в стратосфере, вероятно, должно влиять на климат, что мешает ученым предсказывать будущие климатические изменения как на глобальном, так и на региональном уровнях.