

Член-корреспондент АН СССР Ю. А. ИЗРАЭЛЬ

ОБ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ БИОСФЕРЫ И ОБОСНОВАНИИ
МОНИТОРИНГА

Системы наблюдений за состоянием окружающей природной среды и ее изменениями, вызванными естественными причинами и антропогенным воздействием, необходимы для оценки состояния биосферы, выявления тенденций в ее изменениях и получения необходимой диагностической и прогностической информации для использования в различных сферах деятельности человека и обеспечения оптимального взаимодействия с окружающей природной средой. По нашему мнению, оценка состояния биосферы включает определение величины и продолжительности отклонения этого состояния от нормального (среднего), отвечает на вопрос об обратимости происходящих изменений и должна предусматривать определение степени воздействия различных факторов на биосферу.

Изменения в окружающей природной среде, обусловленные главным образом естественными причинами, уже наблюдаются рядом существующих геофизических служб (гидрологической, метеорологической, сейсмической, ионосферной и т. д.).

Для выделения антропогенных изменений, которые становятся все более существенными на фоне естественных изменений возникает необходимость организации системы специальных наблюдений. Именно такую систему будем называть мониторингом состояния окружающей природной среды ⁽¹⁾. Выражаясь более точно, такую систему следует называть мониторингом антропогенных изменений в окружающей природной среде.

С нашей точки зрения, основной задачей мониторинга на современном этапе является оценка и прогноз антропогенных изменений в биосфере и прежде всего получение для этого достаточно полной информации (на основе наблюдений) и выявление источников воздействия.

Антропогенное воздействие на биосферу нередко наносит определенный ущерб. Можно условно различать ущерб экологический, экономический и эстетический. Нетрудно предположить, что экологический ущерб прямым образом зависит от степени воздействия различных факторов на биосферу, экономический и эстетический ущербы в значительной степени связаны с экологическим ущербом.

Очевидно, степень воздействия на живую составляющую биосферы зависит от интенсивности I воздействующего на биосферу фактора (концентрации загрязняющего вещества, интенсивности излучения и т. п.), эффекта биологически вредного воздействия (например, токсичности) ϵ , который может зависеть от I нелинейно, количества организмов N_m (m — популяции), подвергшихся воздействию, и чувствительности K_m (m — популяции в экосистеме) к данному воздействию. При оценке воздействия будем учитывать одновременное воздействие всех факторов i , действующих в различных средах l .

Концентрация загрязняющих веществ, меняющаяся в пространстве и времени $I_{il}(\mathbf{R}, t)$ (или интенсивность какого-либо фактора), является функцией источников $Q_i(\mathbf{R}, t)$, факторов рассеивания и перемещения, т. е. гидрометеорологических характеристик.

Предполагается знание закономерностей превращения данного ингредента i -класса в другой $i+1$ и перехода из одной среды в другую ($l \rightarrow l+1$)

$$I_{i+1, l+1} = \omega_i(t) \mu_i(t) I_{i, l}, \quad (1)$$

где ω_i и μ_i — коэффициенты соответствующих превращений или перехода.

Таким образом, степень воздействия A_n в общем виде может быть записана (для n — экосистемы)

$$A_n = \int \int \sum_m \sum_i \sum_l I_{il}(\mathbf{R}, t) \omega_i(t) \mu_l(t) c_{ilm} \varepsilon_{ilm} N_m(\mathbf{R}, t) K_m v_{i, i+k} \xi_{m, m+k} d\mathbf{R} dt, \quad (2)$$

где $v_{i, i+k}$ — характеризует эффект одновременного воздействия i -го и $(i+k)$ -го ингредиентов, $\xi_{m, m+k}$ — коэффициент, учитывающий эффект одновременного воздействия на m -ю и $(m+k)$ -ю популяции данной экосистемы (для упрощения рассмотрен случай одновременного действия двух ингредиентов или действия на две популяции), c_{ilm} — геометрический фактор, учитывающий воздействие на данный организм фактически распределенного во времени и пространстве I .

Формулой (2) можно воспользоваться при оценке состояния биосферы, оценке экологического и экономического ущерба, для обоснования системы мониторинга состояния окружающей природной среды.

Для того чтобы практически оценить общее воздействие разнообразных и разнородных факторов и определить таким образом экологический ущерб, наносимый данной экосистеме, величину $b_{ilm} = I_{il} c_{ilm} \varepsilon_{ilm}$ в подынтегральном выражении формулы (2) необходимо давать в сравнимых единицах, например, в величинах допустимых $b_m(0)$ или критических $b_m(\max)$ значений данного фактора воздействия; остальные величины — в относительных единицах или нормированном виде. Так, K_m , ω_i , μ_i , v , ξ могут быть выражены в относительных величинах, а распределение численности данной популяции следует выражать в нормированном виде

$$n_m(\mathbf{R}, t) = \frac{N_m(\mathbf{R}, t)}{\int \int N_m(\mathbf{R}, t) d\mathbf{R} dt} \quad (3)$$

Обозначим при этом A_n через $A_n(0)$ и $A_n(\max)$ соответственно.

Сравнение значений A_n за различные интервалы времени позволит определить тенденции в изменении состояния отдельных экосистем и биосферы в целом.

Воздействие A_n условно можно считать для экологической системы допустимым, если, например, соблюдаются следующие условия:

- а) $\int \int n_m(\mathbf{R}, t) b_{ilm}(\mathbf{R}, t) d\mathbf{R} dt < b_{ilm}(\max)$ для любого фактора воздействия i и
- б) $A_n(\max) < 1$; или вместо последнего более жесткое условие
- в) $A_n(0) \leq 1$.

Для оценки экономического ущерба в формуле (2) значения N_m берутся в абсолютных величинах и вводится коэффициент пропорциональности биологическим повреждениям экономического ущерба для N особей каждой популяции (этот подход применим лишь при допустимых значениях A_n). Для полного учета ущерба необходимо провести комплексный анализ воздействия на все составляющие биосферы.

При осуществлении мониторинга состояния биосферы нужна организация достаточно представительной сети наблюдений (измерений) наиболее значимых входящих в формулу (2) параметров. При выборе точек наблюдения в пространстве и определении частоты наблюдений необходимо стремиться к тому, чтобы изменение подынтегральной величины в формуле (2) в этих интервалах было примерно одинаковым.

Поскольку организация наблюдений за изменением всех параметров весьма громоздка и затруднительна, необходимо выделить в подынтегральной части формулы (2) наиболее значимые составляющие: $I_{il}(\mathbf{R}, t)$ для наиболее вредных факторов i и источников таких факторов $Q_i(\mathbf{R}, t)$ в средах l , где они представляют реальную угрозу (или важен их переход из

этих сред); значения, соответствующие реакции биоты; $N_m(\mathbf{R}, t)$ или $n_m(\mathbf{R}, t)$ для наиболее значимых уровней m и различных экосистем в биосфере. Очевидно, организация наблюдений за человеческой популяцией является обязательной.

Для оценки состояния биосферы необходимо изучение закономерностей $\omega_i(t)$, $\mu_i(t)$, а также знание величин $v_{i, i+h}$ и $\xi_{m, m+h}$, ε_{ilm} для основных факторов воздействия.

Институт прикладной геофизики
Москва

Поступило
25 VIII 1975

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. А. Израэль, Метеорология и гидрология, № 7, 3 (1974).