

Виктор Георгиевич ГОРШКОВ

**ФИЗИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
УСТОЙЧИВОСТИ ЖИЗНИ**

Москва, ВИНТИ, 1995, 470 С.

**ТАБЛИЦА НАИБОЛЕЕ ЧАСТО
УПОТРЕБЛЯЕМЫХ СИМВОЛОВ**

Данный файл является версией для печати,
имеет разрешение 300 точек на дюйм и не
дает возможности текстового поиска.

Версия с текстовым поиском с разрешением 150 точек на дюйм,
содержание книги и ссылки на другие главы находятся на сайте

www.bioticregulation.ru
в разделе “Публикации: Книги”

6.6. Экологические ниши человека	384
6.6.A. Приложение к разделу 6.6.	396
6.7. Климатический, биологический и экологический пределы роста величины энергопотребления человека	399
6.8. Наука и религия	403
6.9. Запасы информации и информационные потоки в биоте и цивилизации	405
6.10. Основные выводы. Является ли биосфера ресурсом?	415
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	427
ЛИТЕРАТУРА	430
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	465

Таблица наиболее часто употребляемых символов

Символ	Определение	Первое упоминание
Глава 2		
T_s	абсолютная температура поверхности Солнца, К	Разд.2.2
T_0	абсолютная температура поверхности Земли, К	Разд.2.2
η	максимальная эффективность (к.п.д.) радиации, безразмерная	Разд.2.2
I_c	солнечная постоянная, Вт/м ²	Ур.(2.2.1)
I	средний поток солнечного излучения на единицу площади поверхности Земли, Вт/м ²	Ур.(2.2.1)
I_e	средний поток поглощения солнечного излучения на единицу площади поверхности Земли, Вт/м ²	Ур.(2.2.2)
A	планетарное альbedo Земли, безразмерная	Ур.(2.2.2)
I_0	средний поток солнечного излучения, поглощаемый поверхностью Земли, Вт/м ²	Ур.(2.2.3)
k_B	постоянная Больцмана, Дж К ⁻¹ молекула ⁻¹	Разд.2.3
T	абсолютная температура, К	Разд.2.3
$t^{\circ}C$	температура в градусах Цельсия	Разд.2.3
n_E	число молей вещества	Ур.(2.3.1)
E	энергия моля вещества. Дж/моль	Ур.(2.3.1)

Символ	Определение	Первое упоминание
R	газовая постоянная, Дж К ⁻¹ моль ⁻¹	Ур.(2.3.1)
$\dot{z}(t)$	производная по времени от $z(t)$	Ур.(2.6.1)
l	длина, м	Ур.(2.6.2)
g	ускорение свободного падения, м/с ²	Ур.(2.6.2)
u	скорость, м/с	Ур.(2.6.2)
Fr	число Фруде, безразмерная	Ур.(2.6.3)
q_e	поток эффективного теплового излучения Земли в космическое пространство, Вт/м ²	Ур.(2.7.1)
c	теплоемкость, Дж К ⁻¹ м ⁻³	Ур.(2.7.2)
$q_{e0}; I_{e0}; A_0$	величины q_e , I_e и A в стационарном равновесном состоянии	Ур.(2.7.2)
σ	константа Стефана-Больцмана, Вт м ⁻² К ⁻⁴	Ур.(2.7.3)
q_R	поток теплового излучения планет при нулевом альbedo, Вт/м ²	Табл.2.7.1
T_R	орбитальная температура (температура поверхности планеты при нулевом альbedo и отсутствии парникового эффекта), К	Табл.2.7.1
T_e	эффективная температура излучения планеты в космическое пространство, К	Табл.2.7.1
q	поток теплового излучения с поверхности планеты, Вт/м ²	Ур.(2.7.4)
q_0	равновесное значение величины q , Вт/м ²	Табл.2.7.1
$\alpha; \alpha_0$	нормализованный парниковый эффект; его равновесное значение	Ур.(2.7.4)

Символ	Определение	Первое упоминание
z	относительное изменение температуры	Ур.(2.7.9)
k_0	коэффициент устойчивости, год ⁻¹	Ур.(2.7.9)
c_0	равновесная теплоемкость, Дж К ⁻¹ м ⁻³	Ур.(2.7.9)
λ_0	равновесная чувствительность климата, Вт м ⁻² К ⁻¹	Ур.(2.7.9)
$A'_0; \alpha'_0$	равновесные производные по температуре величин $A_0; \alpha_0$	Ур.(2.7.10)
N_e	поток длинноволновых фотонов Земли в космос, число фотонов, м ⁻² с ⁻¹	Ур.(2.8.1)
N_s	поток коротковолновых фотонов, поглощаемых Землей, число фотонов, м ⁻² с ⁻¹	Ур.(2.8.2)
η_e	к.п.д солнечной энергии, безразмерная	Ур.(2.8.3)
n_e	среднее число длинноволновых фотонов, на которое распадается один солнечный фотон	Ур.(2.8.4)
q_{min}	минимально возможный поток энергии длинноволновых земных фотонов, Вт/м ²	Ур.(2.8.5)
Глава 3		
v	вероятность случайной точковой мутации на нуклеотидный сайт на деление, (нп) ⁻¹ деление ⁻¹	Ур.(3.4.1)
M	размер генома (общее число нуклеотидных пар в геноме), нп	Разд.3.4
μ	распадность (среднее число мутаций на геном на поколение, безразмерная)	Ур.(3.4.2)
$k; k_w; k_m$	число делений в зародышевой линии; для мужчин; для женщин,	Ур.(3.4.2)

Символ	Определение	Первое упоминание
n	число мутаций или нуклеотидных замен	Ур.(3.4.3)
N_0	число нормальных особей в популяции (не содержащих распадных замен в своем геноме)	Ур.(3.5.1)
N_n	число особей в популяции, содержащих в своем геноме n одиночных распадных замен	Ур.(3.5.1)
\dot{N}_n	производная по времени от N_n	Ур.(3.5.1)
$b_n; d_n$	коэффициенты рождаемости и смертности особей, содержащих n распадных замен в своем геноме, год ⁻¹	Ур.(3.5.1)
$B_n = b_n e^{-\mu}$	доля потомков, не содержащих изменений в своем геноме по сравнению с геномом родителей, год ⁻¹	Ур.(3.5.1)
B	B_n при отсутствии регулировки рождаемости и смертности распадных особей, год ⁻¹	Ур.(3.5.1)
n_L	летальный порог накопления распадных замен	Разд.3.5
δ_{nnL}	символ Кронекера	Ур.(3.5.5)
T_s	среднее время существования биологического вида, год ⁻¹	Разд.3.5
β_n	относительный коэффициент рождаемости, безразмерный	Ур.(3.5.6)
δ_n	относительный коэффициент смертности, безразмерный	Ур.(3.5.6)
γ_n	неконкурентоспособность, безразмерная	Ур.(3.5.10)
W	абсолютная приспособленность, год ⁻¹	Разд.3.5

Символ	Определение	Первое упоминание
w	относительная приспособленность, безразмерная	Разд.3.5
s	коэффициент отбора, безразмерный	Разд.3.5
$w_n; s_n$	приспособленность; коэффициент отбора особей, содержащих n распадных замен в геноме	Ур.(3.5.11)
n_c	максимальное число распадных замен, не обнаруживаемое в процессе конкурентного взаимодействия особей (порог чувствительности конкурентного взаимодействия в естественных условиях). Все особи, имеющие $n < n_c$, обладают нормальным генотипом	Разд.3.6
$r_c \equiv n_c/M$	средняя плотность распадных замен на единицу длины генома, безразмерная	Разд.3.6
$l_c \equiv r_c^{-1}$	средняя длина участка генома, не содержащая распадных замен, безразмерная	Разд.3.6
τ_d	среднее время между двумя делениями при образовании гамет, усредненное по протяженности жизни особи, с	Разд.3.7
n_0	число нейтральных сайтов, в которых могут появиться нейтральные замены	Разд.3.7
$n_{\min} > n_c$	минимальное число распадных замен в нарушенных внешних условиях	Разд.3.9
μ_{gen}	распадность одного конкретного гена (число мутаций на ген на генерацию)	Разд.3.10
μ_s	соматическая распадность (среднее число мутаций на геном в соматической линии)	Разд.3.12
k_s	число делений в соматической линии	Ур.(3.12.1)

Символ	Определение	Первое упоминание
$H \equiv H_2$	полная гетерозиготность диплоидного генома, включающая X и Y хромосомы (отношение числа несовпадающих аллелей генов к полному числу генов во всех хромосомах диплоидного генома)	Разд.3.13
μ_2	диплоидная соматическая распадность	Ур.(3.13.1)
μ_n	n-плоидная соматическая распадность	Ур.(3.13.2)
M_n	общая длина n-плоидного генома (общая длина всех хромосом), нуклеотидных пар	Разд.3.13
H_n	полная гетерозиготность n-плоидного генома, безразмерная	Ур.(3.13.3)
H_0	половая гетерозиготность, связанная только с X и Y хромосомами у гетерогаметного пола (отношение длины X и Y хромосом к общей длине генома)	Ур.(3.13.5)
H_c	максимальная гетерозиготность нормального генотипа: особи с гетерозиготностью ниже H_c обладают равной конкурентоспособностью	Ур.(3.13.5)
H_L	летальный порог гетерозиготности: особи с гетерозиготностью $H > H_L$ не жизнеспособны	Ур.(3.13.6)
$\mu^- \equiv \mu$	распадность генома, безразмерная	Разд.3.15
μ^+	генеративность генома (число прогрессивных мутаций на геном на генерацию), безразмерная	Ур.(3.15.1)
κ_c	отношение числа распадных к числу прогрессивных мутаций у эукариот	Ур.(3.15.1)
κ_p	отношение числа распадных к числу прогрессивных мутаций у прокариот	Ур.(3.15.2)

Символ	Определение	Первое упоминание
$v^- \equiv v$	вероятность распадных мутаций на нуклеотидный сайт на деление, $(\text{нп})^{-1}$ деление $^{-1}$	Ур.(3.15.1)
v^+	вероятность прогрессивных мутаций на нуклеотидный сайт на деление, $(\text{нп})^{-1}$ деление $^{-1}$ (нп - нуклеотидные пары)	Ур.(3.15.1)
T_c	время существования жизни (полное время биологической эволюции), год	Разд.3.17
Глава 4		
T	время эволюционных изменений, порядка продолжительности существования вида, T_c , годы	Разд.4.2
τ	время оборота биогенных элементов (время пребывания биогенных элементов в окружающей среде), годы	Разд.4.2
M^\pm	плотность массы органических (+) (биомасса) и неорганических (-) веществ на единицу площади земной поверхности, кг м^{-2}	Разд.4.2
\dot{M}^\pm	скорости изменения масс M^\pm , $\text{кг м}^{-2}\text{год}^{-1}$	Ур.(4.3.1)
P^\pm	продуктивность (+) и деструктивность (-) (потоки синтеза (+) и разложения (-) органического вещества, $\text{кг м}^{-2}\text{год}^{-1}$	Ур.(4.3.1)
F^\pm	чистые потоки выноса органических веществ из резервуара (+) и поступления неорганических веществ в тот же резервуар (-), $\text{кг м}^{-2}\text{год}^{-1}$	Ур.(4.3.1)
F_{in}^\pm, F_{out}^\pm	валовые потоки поступления в резервуар, выноса из резервуара биогенных элементов, $\text{кг м}^{-2}\text{год}^{-1}$	Разд.4.3

Символ	Определение	Первое упоминание
κ	разомкнутость круговорота (относительная разность потоков синтеза и разложения), безразмерная	Ур.(4.3.2)
$\nu^{\pm}; \nu_{in}^{\pm}$	чистая; валовая открытость резервуара (отношение соответствующих физических потоков к продуктивности), безразмерная	Ур.(4.3.3)
T^{\pm}	время полного разрушения окружающей среды (изменения концентрации биогенных элементов в ней на 100%), годы	Ур.(4.3.4)
τ^{\pm}	время пребывания биогенного элемента в органическом (+) и неорганическом (-) состоянии, годы	Ур.(4.3.4)
κ_0	равновесная разомкнутость (разомкнутость κ в стационарном состоянии)	Ур.(4.3.5)
$\kappa_l; \kappa_s$	разомкнутость суши (l); океана (s)	Ур.(4.3.7)
$\alpha_l; \alpha_s$	относительная продукция суши; океана, безразмерная	Ур.(4.3.7)
ν_l	открытость суши	Разд.4.3
X	химический элемент биогена в органическом или в неорганическом состоянии	Разд.4.4
P_X^{\pm}	продуктивность (+) и деструктивность (-) в единицах биогенного элемента X , кг X м ⁻² год ⁻¹	Ур.(4.4.1)
M_X^{\pm}	плотность массы биогенного элемента X в органическом (+) и неорганическом(-) состоянии на единицу площади земной поверхности, кг X м ⁻²	Ур.(4.4.1)
ΔM^{\pm}	изменение плотности массы M_X^{\pm} , кг X м ⁻²	Ур.(4.4.1)

Символ	Определение	Первое упоминание
β_X	наклон в масштабнo-инвариантном соотношении для изменения концентрации элемента X (коэффициент в линейной корреляционной зависимости логарифма одной переменной от логарифма другой), безразмерный	Ур.(4.4.1)
k	коэффициент устойчивости (релаксации), год ⁻¹	Ур.(4.4.2)
$[X_{in}]; [X_{out}]$	концентрация биогенного элемента X внутри; вне локальной экосистемы, кг X м ⁻³	Разд.4.6
$\Delta[X]$	разность концентрации биогенного элемента X внутри и вне локальной экосистемы, кг X м ⁻³	Разд.4.6
ϵ	относительное изменение концентрации биогенного элемента X	Разд.4.6
ϵ_{min}	предел чувствительности сообщества	Разд.4.6
D	коэффициент диффузии, м ² /год	Ур.(4.6.1)
H_e	вертикальный размер локальной экосистемы, м	Ур.(4.6.1)
R_e	внешнее сопротивление диффузионному транспорту, год/м	Ур.(4.6.1)
R_i	внутреннее сопротивление синтезу органического вещества, год/м	Ур.(4.6.3)
R_{iX_k}	внутреннее сопротивление органическому синтезу биогенного элемента X_k , год/м	Ур.(4.7.2)
$[X_{min}]$	минимальная концентрация биогенного элемента X в окружающей среде, ниже которой жизнь невозможна, кг X / м ³	Разд.4.7

Символ	Определение	Первое упоминание
$[X_{\max}]$	максимальная концентрация биогенного элемента X , определяющая максимальную продуктивность при существующем потоке солнечной энергии, кг $X/м^3$	Разд.4.7
$M_{\alpha}^{\pm}; P_{\alpha}^{\pm}; F_{\alpha in, out}^{\pm}$	биомасса (численность популяции); рождаемость (+) и смертность (-); иммиграция (<i>in</i>) и эмиграция (<i>out</i>) числа особей вида α на единицу площади земной поверхности, особей/год	Ур.(4.8.2)
$[\alpha]$	концентрация особей вида α , особей/ $м^3$	Ур.(4.8.3)
D_{α}	горизонтальный коэффициент диффузии для вида α , $м^2/год$	Ур.(4.8.3)
L	горизонтальный размер сообщества, м	Ур.(4.8.3)
H_{α}	вертикальный размер, занимаемый видом α в сообществе, м	Ур.(4.8.3)
$[\Sigma CO_2]$	полная поверхностная концентрация растворенного неорганического углерода, моль $С/м^3$	Ур.(4.9.1)
$[CO_2]$	поверхностная концентрация растворенных молекул CO_2 , моль $С/м^3$	Ур.(4.9.1)
$[HCO_3^-]; [CO_3^{2-}]$	поверхностная концентрация бикарбонатных; карбонатных ионов, моль $С/м^3$	Ур.(4.9.1)
$\Delta[CO_2]; \Delta[\Sigma CO_2]$	изменение концентрации $[CO_2]; [\Sigma CO_2]$, моль $С м^3$	Ур.(4.9.2)
ζ	буферный фактор (фактор Ревелла), безразмерный	Ур.(4.9.2)
$A_C^{\pm}; A^{\pm}$	карбонатная; полная (титруемая) щелочность, моль/ $м^3$	Ур.(4.9.3)
$[CO_2]_a$	концентрация атмосферного CO_2 , моль $С/м^3$	Ур.4.9.7)

Символ	Определение	Первое упоминание
$m_a; m_s^{\pm}$	прирост массы углерода в атмосфере (a); океане (s) в органическом (+) и неорганическом (-) состоянии, Гт $С$	Ур.(4.9.8)
$b(Z)$	разность между плотностями разложения и продукции органических веществ на единицу объема на глубине Z , моль $С/(м^3 год^1)$	Ур.(4.10.3)
P_n^{\pm}, P_g^{\pm}	новая, валовая продуктивность (+) и деструктивность (-) органических веществ; (элемента X), моль $С м^{-2} год^{-1}$	Ур. (4.10.4), (4.10.8) и (4.10.10)
$P_{gX}^{\pm}; P_{nX}^{\pm}$		
H	глубина, на которой градиенты концентраций обращаются в ноль, м	Ур.(4.10.4)
$f = \frac{P_n^+}{P_g^+}$	отношение новой к валовой продуктивности (f - отношение), безразмерная	Ур.(4.10.4)
L^{\pm}	средние глубины, на которых новая продукция синтезируется (+) и разлагается (-), м	Ур.(4.10.5)
$\delta(Z), \vartheta(Z)$	дельта-функция Дирака, ступенчатая функция	Ур.(4.10.6)
$[X]_s; [X]_d$	поверхностная (s); глубинная (d) концентрация биогенного элемента X в неорганическом состоянии, моль $X/м^3$	Ур.(4.10.8)
L_s	глубина поверхностного перемешиваемого слоя, м	Ур.(4.10.9)
L_e	средняя глубина внешнего диффузионного транспорта биогенных элементов, м	Ур.(4.10.9)
D_e	средний коэффициент диффузии на глубине L_e , $м^2/год$	Ур.(4.10.9)
R_e	внешнее сопротивление, год/м	Ур.(4.10.9)

Символ	Определение	Первое упоминание
R_{gX}, R_{nX}	внутреннее сопротивление валовой, новой продукции биогенного элемента X, год/м	Ур.(4.10.10)
$b \equiv [CO_2]_b/[CO_2]_a$	растворимость в воде газа CO ₂ , безразмерная	Ур.(4.10.12)
$[CO_2]_{a,max}$	максимальная (при $P_n^+ = 0$), минимальная (при $P_n^+ = P_g^+$)	Ур. (4.10.13)
$[CO_2]_{a,min}$	атмосферные концентрации CO ₂ , моль C/м ³	и (4.10.14)
$p \pm ROU$	продуктивность (+) и деструктивность (-) растворенного органического углерода, Гт C/год	Ур.(4.11.1)
$p_0^{\pm ROU}$	доиндустриальная равновесная величина $p \pm DOC$, ГтC/год	Ур.(4.11.2)
$\dot{m}_a; \dot{m}_s;$	скорости изменения массы углерода в атмосфере (a);	Ур.(4.12.1)
$\dot{m}_f; \dot{m}_b$	океане (s); ископаемом топливе (f); биоте суши (b), Гт C/год	
k_s	коэффициент устойчивости (релаксации) углерода в Мировом океане, год ⁻¹	Ур.(4.12.2)
k_s^{\pm}	физико-химический (-) и биологический (+) коэффициент устойчивости (релаксации) углерода в Мировом океане, год ⁻¹	Разд. 4.12
$P_s^{\pm}; P_{s0}^{\pm}$	современная; доиндустриальная чистая первичная продуктивность (+) и деструктивность (-), кг C м ⁻² год ⁻¹	Ур.(4.12.3)
β_s^{\pm}	наклон масштабнo-инвариантного соотношения для глобального изменения углеродной массы, безразмерная	Ур.(4.12.4)
τ_s^{\pm}	время оборота атомов атмосферного углерода через биоту океана, год	Ур.(4.12.4)
M_{s0}	равновесная доиндустриальная масса углерода в атмосфере, Гт C	Ур.(4.12.4)

Символ	Определение	Первое упоминание
$k_a; k_s; k_f; k_b$	коэффициенты устойчивости (релаксации) атмосферы (a); океана (s); ископаемого топлива (f); биоты суши (b), год ⁻¹	Ур.(4.12.6)
Глава 5		
$K_C; K$	энергосодержание (теплотворная способность) органических веществ на единицу массы углерода, Дж (кг C) ⁻¹ , на единицу живой массы, Дж кг ⁻¹)	Ур. (5.1.1) и (5.1.2)
ω, T^+	средняя скорость м/с; абсолютная температура, К, молекул после мгновенного сгорания живой органической массы	Ур. (5.1.2) и (5.1.3)
R	газовая постоянная, Дж К ⁻¹ моль ⁻¹	Ур.(5.1.3)
η	максимальная эффективность (к.п.д.) внутренней энергии организма, безразмерная	Ур.(5.1.3)
$q; Q \equiv q/K, Q_C \equiv q/K_C$	метаболическая мощность, Вт; скорость обмена веществ в единицах живой массы, кг/год; в единицах массы углерода, кг C/год	Разд.5.1
q_0	основная метаболическая мощность, Вт	Ур.(5.1.4)
$A; \bar{A}$	полная активность; средняя полная активность, безразмерная	Ур.(5.1.4)
$m; mg$	масса тела, кг; вес тела, Н	Ур.(5.2.1)
ρ	плотность живого тела (\approx приближенно равная плотности воды), кг/м ³	Разд.5.2
$l; s$	средний вертикальный размер особи, м; ее средняя площадь проекции на поверхность Земли, м ²	Ур.(5.2.1)
g	ускорение свободного падения, м/с ²	Ур.(5.2.2)

Символ	Определение	Первое упоминание
$j; \lambda; \hat{\lambda}$	метаболическая мощность на единицу площади проекции, Вт/м ² ; веса, м/с; объема, Вт/м ³	Ур.(5.2.2)
P_n^{\pm}	потребление (-) и продукция (+) живой массы органических веществ на заданном трофическом уровне n , кг/год	Ур.(5.3.1)
P_n^{\pm}	то же в единицах мощности, Вт	Ур.(5.3.1)
R_n^-	дыхание (расход живой массы) на трофическом уровне n , кг/год	Ур.(5.3.1)
r_n^-	то же в единицах мощности, Вт	Ур.(5.3.1)
T_M	промежуток времени, за которое животное съедает количество пищи, равное своей живой массе, год	Ур.(5.3.3)
τ	средний промежуток времени, за которое животное производит животную продукцию, равную своей живой массе, год	Ур.(5.3.3)
$\alpha \equiv T_M/\tau$	коэффициент экологической эффективности перевода пищи животного в его продукцию, безразмерный	Ур.(5.3.4)
Λ	скорость обмена веществ, приходящаяся на единицу живой массы животного, кг м ⁻³ год ⁻¹	Ур.(5.3.3)
$\Lambda^- \approx \Lambda$	скорость потребления пищи на единицу живой массы животного, кг м ⁻³ год ⁻¹	Ур.(5.3.3)
$T_B; s_B$	температура тела, К; площадь поверхности тела, м ²	Разд.5.2
j_B	метаболическая мощность на единицу площади поверхности тела, Вт/м ²	Разд.5.2
$P_1^+; p_1^+$	чистая первичная продуктивность в единицах живой массы кг м ⁻² год ⁻¹ ; в единицах мощности Вт/м ²	Уравн. (5.3.1) и (5.3.6)

Символ	Определение	Первое упоминание
k_T	коэффициент транспирации: количество воды, испаряемой растением на единицу прироста живой органической массы, безразмерный	Ур.(5.3.7)
E	полная скорость испарения воды, м/год	Ур.(5.3.7)
α_T	отношение транспирации к полному испарению	Ур.(5.3.7)
η_T	эффективность (к.п.д.) транспирации: доля мощности солнечной радиации, расходуемой на транспирацию, безразмерная	Ур.(5.3.8)
E_{\max}	среднеглобальный максимум скорости испарения, когда вся мощность солнечной радиации затрачивается на испарение, м/год	Ур.(5.3.8)
L_w	скрытая теплота испарения воды, Дж/кг	Ур.(5.3.9)
η_p	эффективность (к.п.д.) фотосинтеза, безразмерная	Ур.(5.3.9)
β	доля потребления в сообществе чистой первичной продукции животными с заданным размером тела	Ур.(5.5.1)
n	число видов в сообществе, особи которых имеют одинаковый заданный размер тела	Ур.(5.5.1)
β_i	доля потребления первичной продукции i -ым видом в сообществе, безразмерная	Ур.(5.6.2)
Δz	относительное изменение размера тела, безразмерная	Ур.(5.6.2)
z	десятичный логарифм размера тела	Ур.(5.6.2)
$\beta(z)$	доля потребления в сообществе чистой первичной продукции всеми животными заданного размера, приходящаяся на единичный интервал изменения относительного размера, безразмерная	Ур.(5.6.2)

Символ	Определение	Первое упоминание
β_l	средняя доля потребления первичной продукции одним видом с особыми заданного размера тела l , безразмерная	Разд.5.6
B	биомасса животных с размером тела l , усредненная по всем видам сообщества, кг/м ²	Разд.5.6
L	слой биомассы животных с размером тела l , усредненный по всем видам сообщества, м	Разд.5.6
d_0	листовой индекс растений, безразмерный	Табл.5.1
$d \equiv k$	проекционный индекс гетеротрофов, безразмерный	Разд.5.6
u	скорость передвижения животного, м/с	Ур.(5.7.1)
$q(u)$;	метаболическая мощность, Вт; полная активность	
$A(u)$	при заданной скорости передвижения u	Ур.(5.7.2)
$a; b$	чистая активность передвижения; готовность к передвижению, безразмерная	Ур.(5.7.2)
$u_p \approx u_0$	располагаемая среднесуточная скорость передвижения животного, м/с	Ур.(5.7.5)
$l \equiv \left(\frac{m}{\rho}\right)^{1/3}$	эффективный размер тела передвигающегося животного, м	Ур.(5.8.1)
$\gamma_{tot}; \gamma_i; \gamma_c$	полный; грунтовой; воздушный коэффициент трения (диссипации энергии), безразмерная	Ур. (5.8.2) и (5.8.3)
λ_0	основная метаболическая мощность, приходящаяся на единицу веса тела, м/с	Ур.(5.8.5)

Символ	Определение	Первое упоминание
α	эффективность (к.п.д.) передвижения: к.п.д. перевода метаболической мощности животного в механическую мощность его передвижения, безразмерная	Ур.(5.8.5)
$B_{L \min}$	минимально возможная величина B_L	Ур.(5.9.4)
ϵ	энергетическая цена передвижения единицы веса на единицу длины пути, безразмерная	Ур.(5.8.6)
u_{\max}	максимальная рекордная скорость передвижения животного заданного размера тела, м/с	Ур.(5.8.7)
k^2	число Фруде для максимальной рекордной скорости передвижения, не зависящее от размера тела животного, безразмерная	Ур-ния (5.8.4) и (5.8.7)
$B_1; L_1$	биомасса, кг/м ² ; толщина слоя биомассы, м, для растительности	Разд.5.9
B_L	часть биомассы растительности, поедаемая животными с заданным размером тела l , кг/м ²	Разд.5.9
$\beta_L = \frac{B_L}{B_1}$	доля растительной биомассы, потребляемая животным с заданным размером тела l , безразмерная	Ур.(5.9.1)
$\beta_{L \min}$	минимально возможная величина β_L	Ур.(5.9.3)
u_n	необходимая для обеспечения себя питанием скорость передвижения животного с заданным размером тела l , м/с	Ур.(5.9.2)
S	индивидуальная территория животного, м ²	Разд.5.10
τ_S	время, необходимое для обхода животным своей индивидуальной территории, год	Ур.(5.10.1)

ОБ АВТОРЕ И ЕГО КНИГЕ

Эта книга является русской версией книги, опубликованной издательством Springer-Verlag в конце 1994 г., "Physical and Biological Bases of Life Stability".

Автор монографии Виктор Георгиевич Горшков работает ведущим научным сотрудником Петербургского института ядерной физики имени Б.П.Константинова Российской академии наук. Одновременно он является профессором Петербургского политехнического университета, где много лет читает курс лекций по экологии.

Окончив физический факультет Петербургского университета, В.Г.Горшков, как и многие талантливые физики-теоретики, быстро защитил сначала кандидатскую, а затем и докторскую диссертации. Но его всегда привлекали проблемы экологии, проблемы изменений окружающей среды, которые он ежегодно наблюдал во время походов и путешествий преимущественно на Северо-Западе России, в особенности в районе Белого моря. При содействии академика Б.П.Константинова В.Г.Горшков полностью переключился на экологическую тематику и уже в начале 1970-х годов появляются его первые работы по проблемам экологии, которые привлекают внимание специалистов своими новыми и неожиданными идеями. Можно отметить, что еще в 1980 г. В.Г.Горшков сделал оценку потребления человеком первичной биологической продукции, которую только спустя 6 лет повторили такие известные экологи из США, как Виттусек, Питер и Ани Эрлих и Мэстон, и которая сейчас широко цитируется в мировой экологической литературе.

Настоящая книга является итогом четвертьвековых исследований В.Г.Горшкова. Это по сути дела законченная, непротиворечивая, основывающаяся на законах физики и биологии теория биотической регуляции и устойчивости окружающей среды. Как всякая теория, она базируется на всей сумме накопленных экспериментальных данных и ее утверждения, законы и требования могут экспериментально проверяться.

В этой замечательной, охватывающей огромный диапазон знаний книге, автор детально обсуждает физические, биохимические и экологические процессы, обеспечивающие устойчивость жизни и окружающей ее среды на Земле.

В.Г.Горшков показал, что человеку вместе с его хозяйственной деятельностью Природой отведен достаточно узкий коридор для прогресса, границы которого и обозначены в книге. В этом коридоре прогресс может осуществляться сколь угодно быстро, но выход за пределы границ коридора повлечет за собой катастрофу для человечества и возможно значительной части организмов.

Книга написана таким образом, что она доступна для достаточ-

но широкого круга читателей, и в ней безусловно будут заинтересованы все, кого волнуют проблемы экологии, охраны окружающей среды, будущего мира и устойчивого развития.

К.С.Лосев

Предисловие

Как хорошо известно, биохимические процессы в живом мире Земли поддерживаются внешней солнечной энергией и сводятся к синтезу и разложению органических веществ. Люди добавили к этим естественным процессам синтез и разложение различных видов индустриальной продукции. С одной стороны, биологический синтез может осуществляться в достаточно узких пределах изменений характеристик окружающей среды: температуры, влажности, концентраций используемых жизнью неорганических соединений (углекислого газа, кислорода и пр.). С другой стороны, в процессах синтеза и разложения происходит изменение химического состава окружающей среды. Максимально возможная скорость этого изменения за счет деятельности живых организмов (при синтезе в отсутствие разложения) в десять тысяч раз превосходит средние геофизические скорости изменения за счет активности земных недр и космических процессов. В отсутствие жесткой корреляции между биологическим синтезом и разложением окружающая среда может быть искажена до непригодного для жизни состояния в течение времени порядка десятка лет, между тем как на безжизненной Земле она претерпела бы аналогичные изменения лишь за времена порядка ста тысяч лет. Сохранение существующего состояния среды возможно только при строгом равенстве скоростей биологического синтеза и разложения, т. е. высокой степени замкнутости биохимических круговоротов веществ.

Окружающая живые организмы среда все время подвергается внезапным внешним возмущениям за счет вулканических извержений, падения крупных метеоритов и других значительных геофизических и космических флуктуаций. Возврат к первоначальному состоянию после таких возмущений может обеспечиваться компенсацией этих изменений живыми организмами путем направленного отклонения от замкнутости биохимического круговорота. Огромная мощность синтеза и разложения, развиваемая биотой Земли, необходима для быстрой компенсации всех возникающих внешних флуктуаций.

В современной окружающей среде может существовать множество различных видов живых организмов, включая разнообразные культурные сорта растений и породы животных. Однако произвольный набор жизнеспособных организмов не может обеспечить устойчивость окружающей среды. Только строго определенный набор видов организмов, образующих жестко скоррелированные сообщества, способен поддерживать состояние среды на приемлемом для жизни уровне. Каждый вид сообщества выполняет строго определенную работу по стабилизации окружающей среды. В сообществе

нет видов—бездельников, не выполняющих никакой работы, и тем более видов—разбойников, разрушающих скоррелированность сообщества. Именно совокупность таких естественных сообществ и составляет биоту Земли. В пределах нескольких тысячелетий могут происходить лишь случайные колебания относительно устойчивого состояния и не должно возникнуть приспособления биоты к любым случайным изменениям окружающей среды (см. раздел 3.9). Эволюционный переход от одного устойчивого состояния биоты и среды обитания в другое происходит на протяжении времени видообразования порядка миллиона лет.

Таким образом, внешние по отношению к биосфере процессы в космосе и недрах Земли приводят к направленному изменению окружающей среды. Эти изменения должны были бы привести окружающую среду Земли в непригодное для жизни состояние, подобное среде поверхностей Марса или Венеры, за несколько миллионов лет. Солнечное излучение само по себе не меняет состава окружающей среды и не воздействует на процессы в недрах Земли. Жизнь, используя солнечное излучение как источник энергии, организует процессы преобразования окружающей среды на основе динамически замкнутых круговоротов веществ, потоки которых на много порядков превосходят внешние потоки разрушения окружающей среды внешними силами. Это позволяет биоте практически мгновенно компенсировать любые неблагоприятные изменения окружающей среды за счет направленного отклонения от замкнутости биохимических круговоротов. Так жизнь может обеспечивать устойчивость пригодной для жизни окружающей среды.

Очевидно, что существует пороговая величина возмущений окружающей среды и естественной биоты, выше которой нарушается устойчивость биоты и среды обитания. Хозяйственная деятельность людей в доиндустриальную эпоху не приводила ни к каким видимым изменениям среды обитания. Биота невозмущенных естественных сообществ была способна компенсировать все возмущения среды, включая локальные нарушения биоты, которые вызывались хозяйственной деятельностью человека. При этом не возникало проблем очистки окружающей среды от загрязнений и не было необходимости в использовании каких бы то ни было безотходных технологий. Подобная ситуация имела место до начала индустриальной эры в прошлом столетии.

В нашем столетии произошло существенное искажение естественной биоты, увеличилась скорость загрязнения окружающей среды индустриальными продуктами. В результате искаженная биота потеряла способность компенсировать антропогенные возмущения и среда обитания начала изменяться в глобальных масштабах. Любое направленное изменение существующей окружающей среды оз-