

Шошенко К. А.

Лекции по экологической физиологии

Лекция 7

*Лучевая энергия Солнца и T среды обитания животных
O₂-запрос пойкилотермов и T среды. Q₁₀
Температурная компенсация*

**Температурная среда обитания живых организмов
в воде находится в пределах
-2⁰ (океаны) – 50⁰ (горячие источники).**

**Ниже этого предела происходит
разрушение клеток образующимся в них льдом,
выше – инактивация ферментов,
денатурация белков, разрушение мембран.**

**Пределы обитания живых организмов
в воздушной среде существенно шире.**

Температурный режим определяется количеством лучевой энергии Солнца, падающей на Землю.

Она состоит из потоков света с разной длиной волны:

коротковолновая УФ (0.2-0.4 мкм),

видимая (0.4-0.76 мкм)

и длинноволновая ИК (0.76 - десятки мкм).

УФ радиация оказывает преимущественное влияние на биологические процессы в клетках, например, на их геном, синтез витамина D, обладает бактерицидным действием; ее влияние возрастает с высотой.

Потоки видимой радиации состоят, из прямых лучей, нагревающих земную поверхность, рассеянных лучей, идущих от всего небосвода, и отраженных лучей от того, что лежит на Земле.

Длинноволновую радиацию порождают все нагретые тела. Согласно закону Стефана-Больцмана интенсивность ее излучения пропорциональна абсолютной T^4 : чем выше температура тела, тем больше оно излучает.

В ночные часы поток коротковолновой радиации отсутствует, происходит обмен тепла между разно нагретыми предметами и участками Земли (например, между водой и сушей), но в целом Земля теряет тепло.

**Часть солнечной радиации (прямой и рассеянной)
отражается.**

**Чем выше отражательная поверхность структуры,
тем меньше в ней остается этой энергии.**

Доля отраженной солнечной энергии:

свежевыпавший снег 88%

поверхность Черного моря до 50%

лес 12-17%,

кожа белого человека 44%.

кожа черного человека 22%

**Соотношение
падающих и отраженных солнечных потоков
влияет на T среды,
а для больших областей Земли является
климатообразующим фактором.**

**Самое холодное место на Земле
Антарктида со среднегодовой $T -26^{\circ}$
(наименьшая -87° на «Востоке»),**

**Самое жаркое место на Земле
Эфиопия со среднегодовой $T 30^{\circ}$
(наибольшая 58°).**

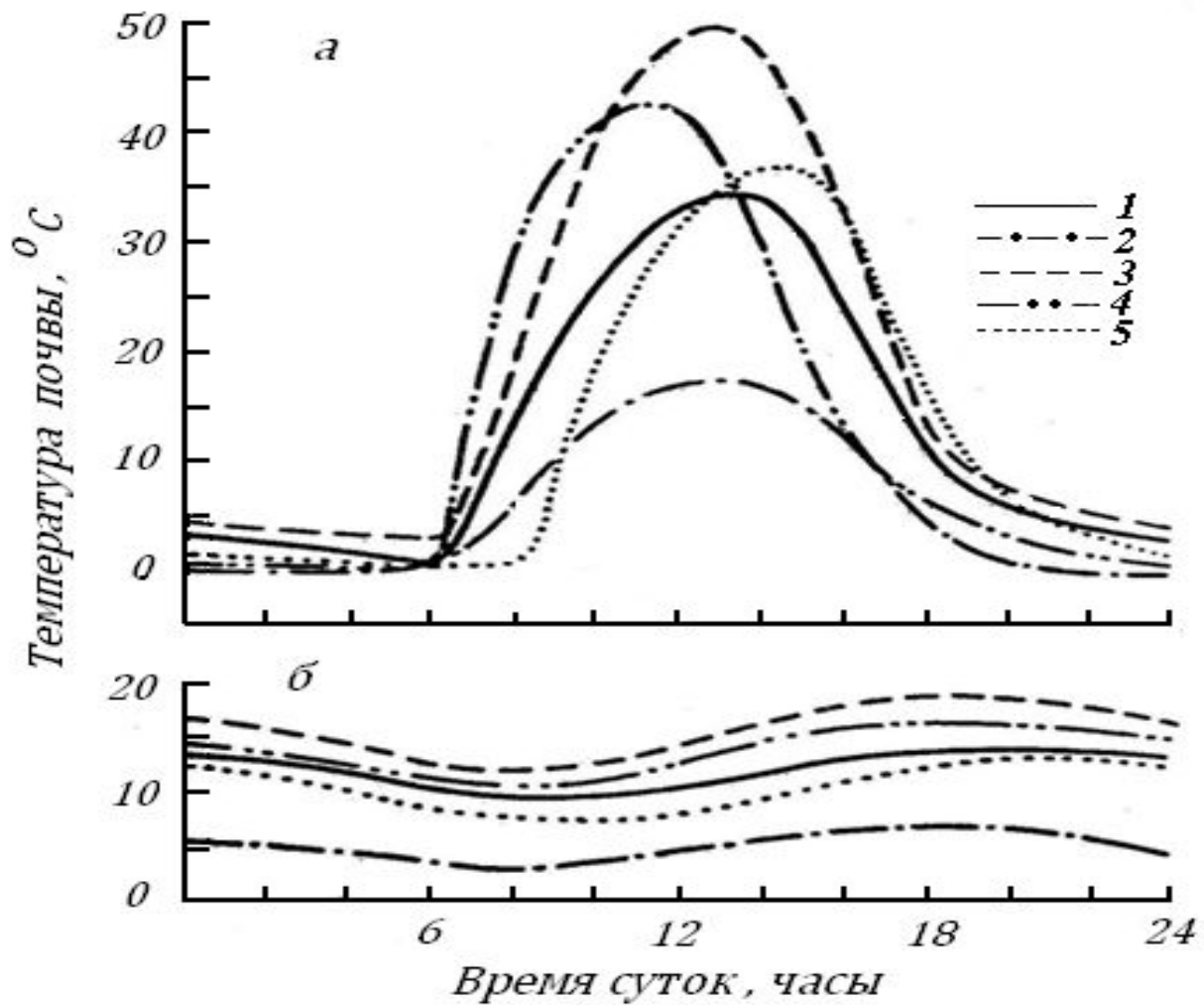


Рис. 60. Перевал в Туркмении на высоте 3200 м. Температура почвы на глубине 0 см (а) и 20 см (б) в безоблачный день в сентябре. 1 – гребень; склоны: 2 – северный, 3 – южный, 4 – восточный, 5 – западный.

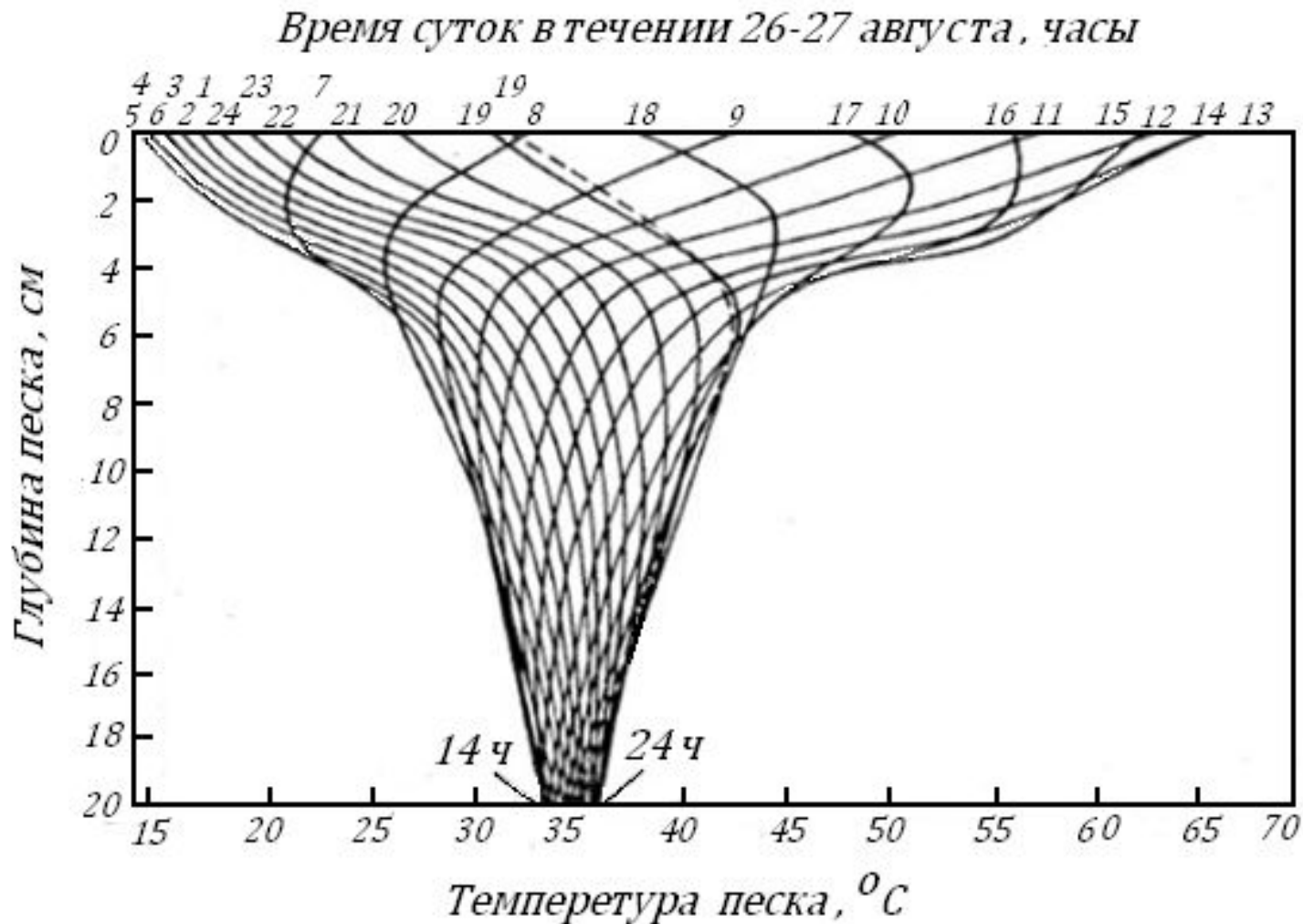


Рис. 61. Распределение температуры в верхнем слое песка в Каракумах в августе [1].

По оси абсцисс- вверху - время суток, внизу - температура песка. Линии сверху вниз показывают время суток: справа налево 26.08 от 6 ч до 13 ч, слева направо - от 13 ч 26.08 до 6 ч 27.08.

Таблица 32.

**Минимальная температура почвы на глубине 3 см
в зависимости от Т воздуха и высоты снежного покрова
(Шульгин, 1972), по: [1]**

Высота снега, см	Температура почвы, С⁰					
	-10	-15	-20	-30	-40	-50
0	-9.0	-11.6	-14.5	-20.0	-24.6	-32.0
10	-6.8	-9.5	-12.0	-15.7	-18.8	-23.5
20	-5.2	-7.8	-9.8	-13.0	-15.2	-18.2
40	-2.8	-4.3	-7.2	-9.2	-10.4	-12.1
60	-1.5	-4.0	-5.6	-7.5	-8.2	-9.0

**Наблюдения показывают:
живые существа находят
такую температурную среду обитания,
в которой
энергия их жизнеобеспечения
минимальна.**

**Состояние цикад и бабочек
при разной температуре воздуха
(Heath et al., 1971), по: [42].**

Состояние	Т воздуха, С⁰	
	Цикада	Бабочка
Тепловая смерть	45	46
Тепловое оцепенение	43	44
Полет максимальной продолжительности	37	38
Пение хором	30-34	
Минимальная температура для полета	22	34
Холодовое оцепенение	14	15
Холодовая смерть	0	0

**Температурная зависимость клеточных процессов
основана на уравнении
шведского химика Аррениуса (1889 г)**

$$k = k_0 \cdot e^{-E/RT},$$

**в котором k_0 – константа скорости реакции,
 E —энергия активации данной реакции Дж·моль⁻¹,
 R – газовая постоянная $8,3143 \cdot 10^7$ г·см²·с⁻²·моль⁻¹·град⁻¹,
 T – абсолютная температура, кельвины.**

**Для оценки
зависимости реакции
(химической, биологической)
от температуры (Т)
принято использовать
кратность изменения ее скорости
при изменении Т среды на 10⁰С.**

**Эту кратность называют
температурным коэффициентом Q₁₀.**

T_1	T_2	Q_{10}
0	10	2,22
10	20	2,10
20	30	2,00
30	40	1,91
40	50	1,84

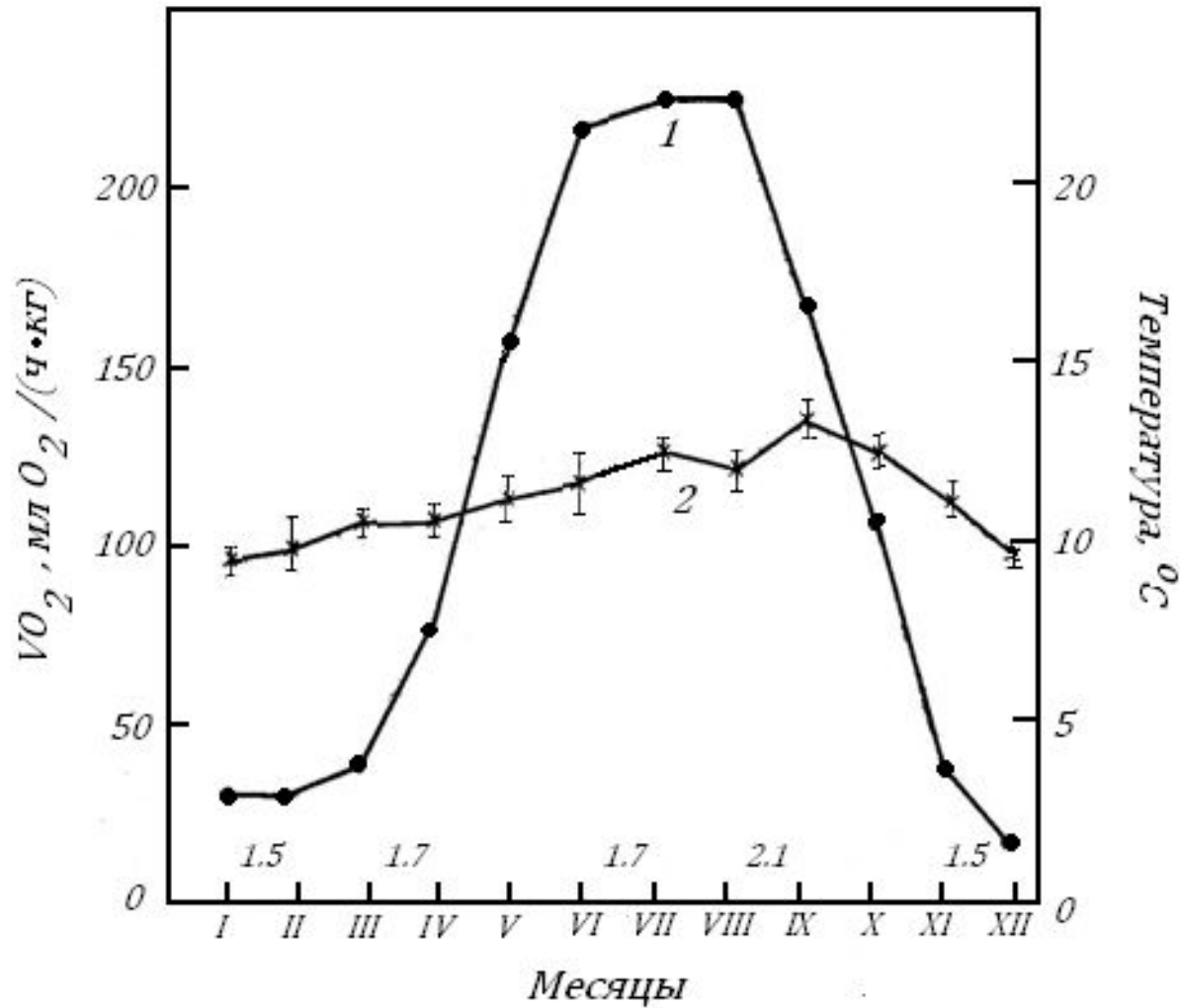


Рис. 63. Сезонная динамика скорости потребления кислорода червями-олигохетами [40]. 1-температура воды в водоеме, 2-скорость потребления кислорода. □ Цифры внизу Q_{10}

Три процесса могут сохранить уровень энергетических потребностей при изменении T , в частности, при охлаждении (Хочачка, Сомеро, 1977):

повышение концентрации ферментов
(количественная стратегия, обусловленная изменением проницаемости мембран),

появление изоферментов,
способных работать при иных температурах
(качественная стратегия, особенно характерная для быстрых изменений T),

изменение активности ферментов
(модуляционная стратегия)

Благодаря этим трем процессам клеточные реакции продолжают, образуется дополнительное тепло, которое предотвращает избыточное охлаждение организма.

Это явление называют температурной компенсацией.

Температурная компенсация возникает в случае разобщения окисления и фосфорилирования, происходящих в клетках при расщеплении питательных веществ.

Тогда увеличивается часть потерянной при образовании АТФ энергии (она превращается в тепло), а количество образованных молекул АТФ на одну молекулу использованного кислорода падает – показатель Р/О (фосфор / кислород) снижается.

Таблица 34.

**Р/О в митохондриях бедренной мышцы крысы
(Прасолова, 1980) по:[56]**

При 60-минутном воздействии

	26°	-15°
10 нед при 25°	1.21	0.98
6 нед при -15°	1.26	0.43

Q₁₀, дыхания при температурах 17° и 27°

	Мозг	Мышца
Степная агама 29 г (дневной вид)	3.1	1.0
Геккон 14 г (ночной вид)	1.5	1.0

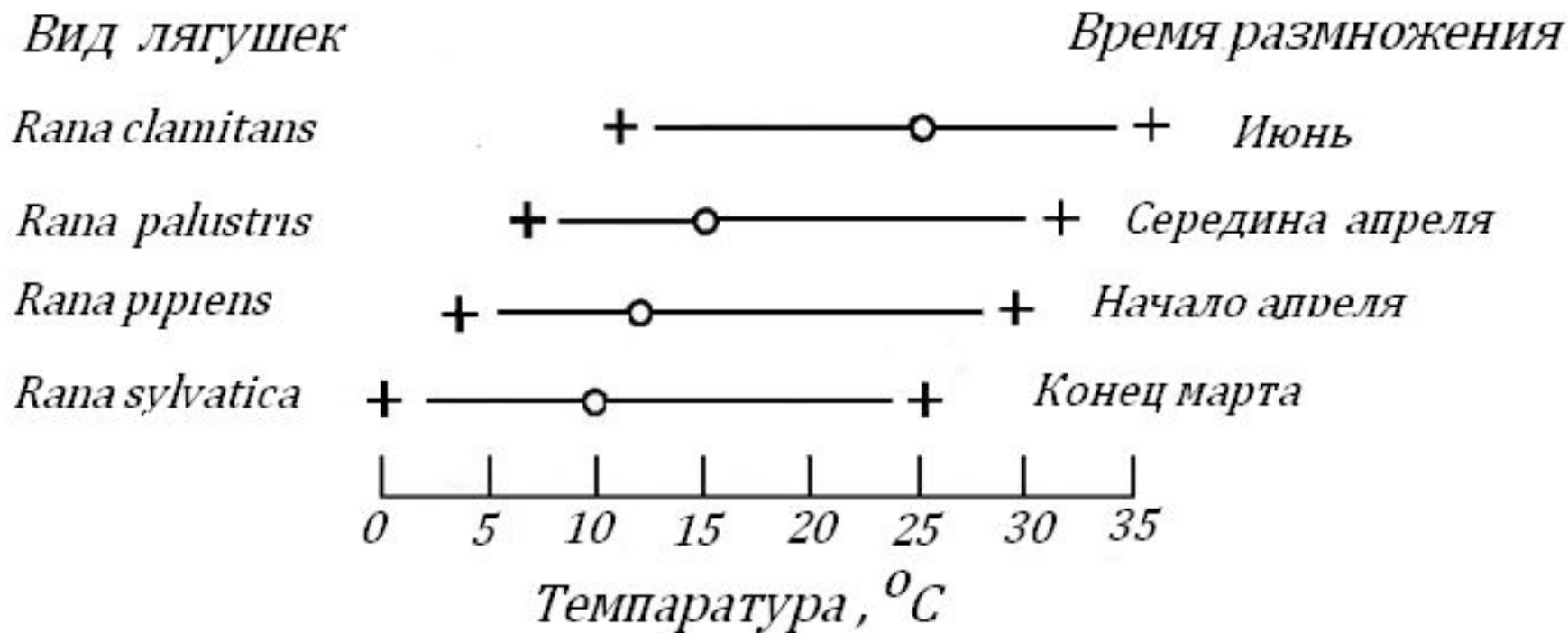


Рис. 64. Температурная толерантность и время размножения четырех видов североамериканских лягушек (Moore, 1939), по: [71].

Горизонтальные отрезки показывают диапазон температур, в котором возможно нормальное развитие, кружочки – среднюю T воды во время икреметания, крестики – летальную T .