

Экология

Лекция 2.

Отличительные свойства живых организмов

Экология организмов. Экологические факторы. Свет.

11.09.2017



Верхнее течение реки Печоры

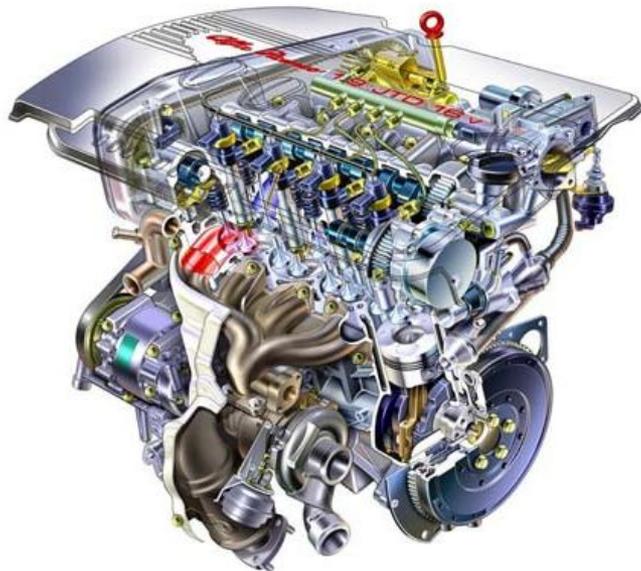
ЭКОЛОГИЯ
основополагающая
[фундаментальная]
наука об
организации жизни

Все науки о жизни – это науки, изучающие системы

- Система – [буквальное значение] – целое, составленное из частей
- Целостное образование, состоящее из взаимодействующих частей, называемых элементами или компонентами системы.
- Основное свойство системы – обладание качественно новыми свойствами по сравнению с исходными компонентами.

Компоненты системы «АВТОМОБИЛЬ», каждый из которых тоже система

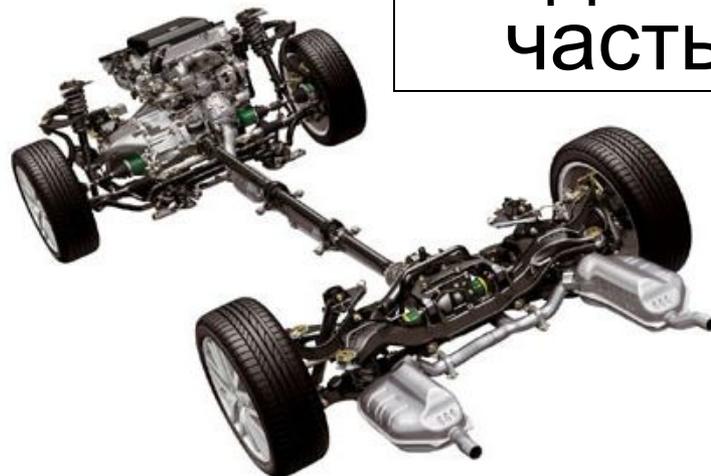
Двигатель
внутреннего
сгорания



Кузов



Ходовая
часть

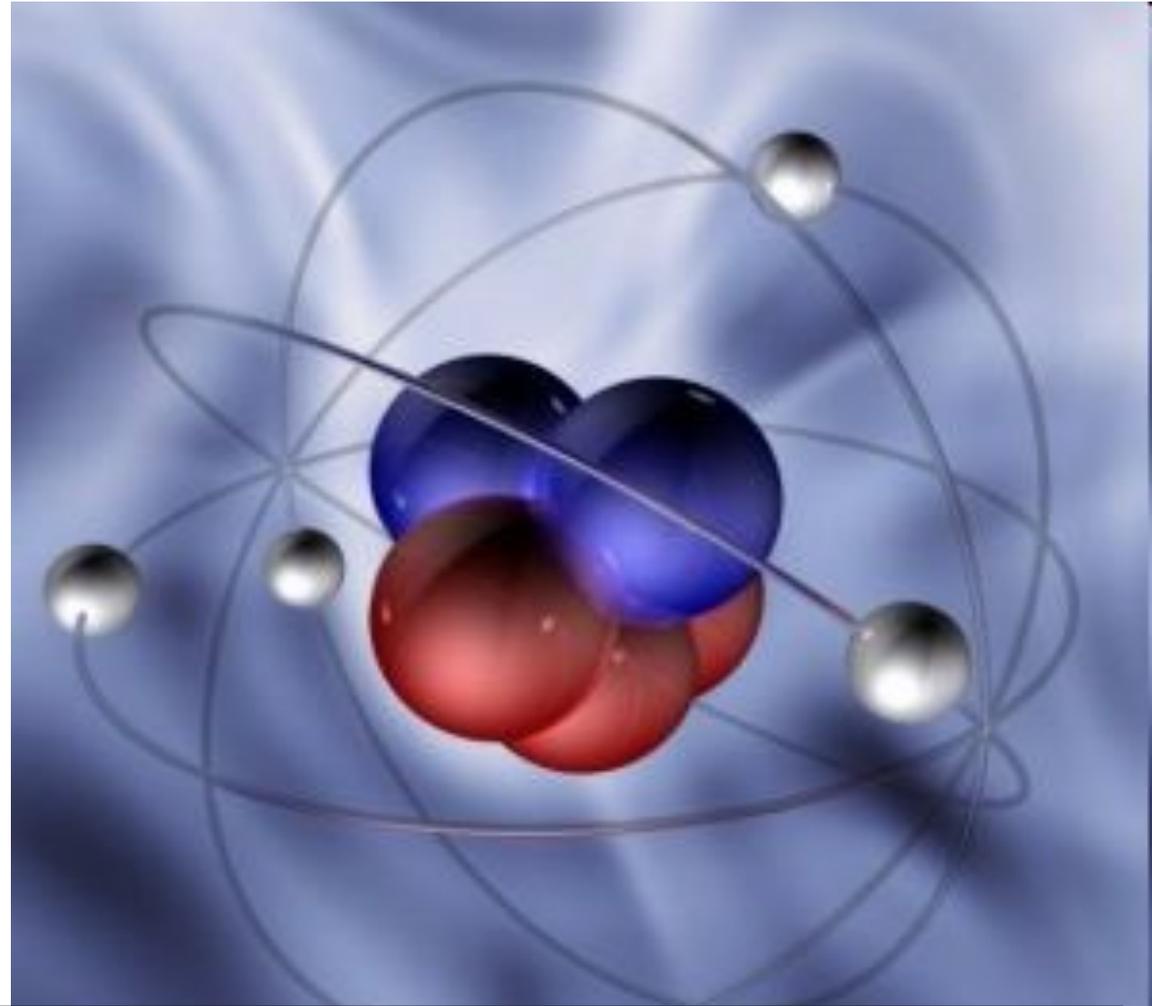


Система «автомобиль»



Обладает качественно новыми по отношению к компонентам свойствами

Простейшие системы – атомы



Каждый атом состоит из трех элементарных частиц — электрона, протона и нейтрона.

Химические элементы

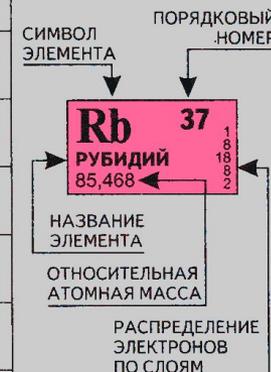
ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

www.calc.ru



Д.И. Менделеев
1834–1907

Периоды	Ряды	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																Энергетические уровни																
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII																		
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б																	
1	1	<table border="1"> <tr> <td>H водород 1,008</td> <td colspan="14"></td> <td>He гелий 4,003</td> </tr> </table>														H водород 1,008															He гелий 4,003	2		
H водород 1,008															He гелий 4,003																			
2	2	<table border="1"> <tr> <td>Li литий 6,941</td> <td>Be бериллий 9,0122</td> <td>B бор 10,811</td> <td>C углерод 12,011</td> <td>N азот 14,007</td> <td>O кислород 15,999</td> <td>F фтор 18,998</td> <td colspan="10"></td> <td>Ne неон 20,179</td> </tr> </table>														Li литий 6,941	Be бериллий 9,0122	B бор 10,811	C углерод 12,011	N азот 14,007	O кислород 15,999	F фтор 18,998											Ne неон 20,179	10
Li литий 6,941	Be бериллий 9,0122	B бор 10,811	C углерод 12,011	N азот 14,007	O кислород 15,999	F фтор 18,998											Ne неон 20,179																	
3	3	<table border="1"> <tr> <td>Na натрий 22,99</td> <td>Mg магний 24,312</td> <td>Al алюминий 26,982</td> <td>Si кремний 28,086</td> <td>P фосфор 30,974</td> <td>S сера 32,064</td> <td>Cl хлор 35,453</td> <td colspan="10"></td> <td>Ar аргон 39,948</td> </tr> </table>														Na натрий 22,99	Mg магний 24,312	Al алюминий 26,982	Si кремний 28,086	P фосфор 30,974	S сера 32,064	Cl хлор 35,453											Ar аргон 39,948	18
Na натрий 22,99	Mg магний 24,312	Al алюминий 26,982	Si кремний 28,086	P фосфор 30,974	S сера 32,064	Cl хлор 35,453											Ar аргон 39,948																	
4	4	<table border="1"> <tr> <td>K калий 39,102</td> <td>Ca кальций 40,08</td> <td colspan="2">Sc скандий 44,956</td> <td>Ti титан 47,956</td> <td>V ванадий 50,941</td> <td>Cr хром 51,996</td> <td>Mn марганец 54,938</td> <td>Fe железо 55,849</td> <td>Co кобальт 58,933</td> <td>Ni никель 58,7</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>														K калий 39,102	Ca кальций 40,08	Sc скандий 44,956		Ti титан 47,956	V ванадий 50,941	Cr хром 51,996	Mn марганец 54,938	Fe железо 55,849	Co кобальт 58,933	Ni никель 58,7								
	K калий 39,102	Ca кальций 40,08	Sc скандий 44,956		Ti титан 47,956	V ванадий 50,941	Cr хром 51,996	Mn марганец 54,938	Fe железо 55,849	Co кобальт 58,933	Ni никель 58,7																							
5	<table border="1"> <tr> <td>Cu медь 63,546</td> <td>Zn цинк 65,37</td> <td>Ga галлий 69,72</td> <td>Ge германий 72,59</td> <td>As мышьяк 74,922</td> <td>Se селен 78,96</td> <td>Br бром 79,904</td> <td colspan="6"></td> <td>Kr криптон 83,8</td> </tr> </table>														Cu медь 63,546	Zn цинк 65,37	Ga галлий 69,72	Ge германий 72,59	As мышьяк 74,922	Se селен 78,96	Br бром 79,904							Kr криптон 83,8	36					
Cu медь 63,546	Zn цинк 65,37	Ga галлий 69,72	Ge германий 72,59	As мышьяк 74,922	Se селен 78,96	Br бром 79,904							Kr криптон 83,8																					
5	6	<table border="1"> <tr> <td>Rb рубидий 85,468</td> <td>Sr стронций 87,62</td> <td colspan="2">Y иттрий 88,906</td> <td>Zr цирконий 91,22</td> <td>Nb ниобий 92,906</td> <td>Mo молибден 95,94</td> <td>Tc технеций [99]</td> <td>Ru рутений 101,07</td> <td>Rh родий 102,906</td> <td>Pd палладий 106,4</td> <td colspan="6"></td> </tr> </table>														Rb рубидий 85,468	Sr стронций 87,62	Y иттрий 88,906		Zr цирконий 91,22	Nb ниобий 92,906	Mo молибден 95,94	Tc технеций [99]	Ru рутений 101,07	Rh родий 102,906	Pd палладий 106,4								
	Rb рубидий 85,468	Sr стронций 87,62	Y иттрий 88,906		Zr цирконий 91,22	Nb ниобий 92,906	Mo молибден 95,94	Tc технеций [99]	Ru рутений 101,07	Rh родий 102,906	Pd палладий 106,4																							
7	<table border="1"> <tr> <td>Ag серебро 107,868</td> <td>Cd кадмий 112,41</td> <td>In индий 114,82</td> <td colspan="2">Sn олово 118,69</td> <td>Sb сурьма 121,75</td> <td>Te теллур 127,6</td> <td>I йод 126,905</td> <td colspan="6"></td> <td>Xe ксенон 131,3</td> </tr> </table>														Ag серебро 107,868	Cd кадмий 112,41	In индий 114,82	Sn олово 118,69		Sb сурьма 121,75	Te теллур 127,6	I йод 126,905							Xe ксенон 131,3	54				
Ag серебро 107,868	Cd кадмий 112,41	In индий 114,82	Sn олово 118,69		Sb сурьма 121,75	Te теллур 127,6	I йод 126,905							Xe ксенон 131,3																				
6	8	<table border="1"> <tr> <td>Cs цезий 132,905</td> <td>Ba барий 137,34</td> <td colspan="3">лантаноиды</td> <td>Hf гафний 178,49</td> <td>Ta тантал 180,948</td> <td>W вольфрам 183,85</td> <td>Re рений 186,207</td> <td>Os осмий 190,2</td> <td>Ir иридий 192,22</td> <td>Pt платина 195,09</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>														Cs цезий 132,905	Ba барий 137,34	лантаноиды			Hf гафний 178,49	Ta тантал 180,948	W вольфрам 183,85	Re рений 186,207	Os осмий 190,2	Ir иридий 192,22	Pt платина 195,09							
	Cs цезий 132,905	Ba барий 137,34	лантаноиды			Hf гафний 178,49	Ta тантал 180,948	W вольфрам 183,85	Re рений 186,207	Os осмий 190,2	Ir иридий 192,22	Pt платина 195,09																						
9	<table border="1"> <tr> <td>Au золото 196,967</td> <td>Hg ртуть 200,59</td> <td>Tl таллий 204,37</td> <td>Pb свинец 207,19</td> <td>Bi висмут 208,98</td> <td>Po полоний [210]</td> <td>At астат [210]</td> <td colspan="6"></td> <td>Rn радон [222]</td> </tr> </table>														Au золото 196,967	Hg ртуть 200,59	Tl таллий 204,37	Pb свинец 207,19	Bi висмут 208,98	Po полоний [210]	At астат [210]							Rn радон [222]	86					
Au золото 196,967	Hg ртуть 200,59	Tl таллий 204,37	Pb свинец 207,19	Bi висмут 208,98	Po полоний [210]	At астат [210]							Rn радон [222]																					
7	10	<table border="1"> <tr> <td>Fr франций [223]</td> <td>Ra радий [226]</td> <td colspan="3">актиноиды</td> <td>Rf резерфордий [261]</td> <td>Db дубний [262]</td> <td>Sg сигборгий [263]</td> <td>Bh борий [262]</td> <td>Hn ханний [265]</td> <td>Mt мейтнерий [266]</td> <td colspan="5"></td> </tr> </table>														Fr франций [223]	Ra радий [226]	актиноиды			Rf резерфордий [261]	Db дубний [262]	Sg сигборгий [263]	Bh борий [262]	Hn ханний [265]	Mt мейтнерий [266]								
Fr франций [223]	Ra радий [226]	актиноиды			Rf резерфордий [261]	Db дубний [262]	Sg сигборгий [263]	Bh борий [262]	Hn ханний [265]	Mt мейтнерий [266]																								
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		R_2O		RO		R_2O_3		RO_2		R_2O_5		RO_3		R_2O_7		RO_4																		
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ						RH_4		RH_3		H_2R		HR																						



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

Л А Н Т А Н О И Д Ы

57 La лантан 138,906	58 Ce церий 140,12	59 Pr празеодим 140,908	60 Nd неодим 144,24	61 Pm прометий [145]	62 Sm самарий 150,4	63 Eu европий 151,96	64 Gd гадолиний 157,25	65 Tb тербий 158,926	66 Dy диспрозий 162,5	67 Ho гольмий 164,93	68 Er эрбий 167,26	69 Tm тулий 168,934	70 Yb иттербий 173,04	71 Lu лютеций 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

А К Т И Н О И Д Ы

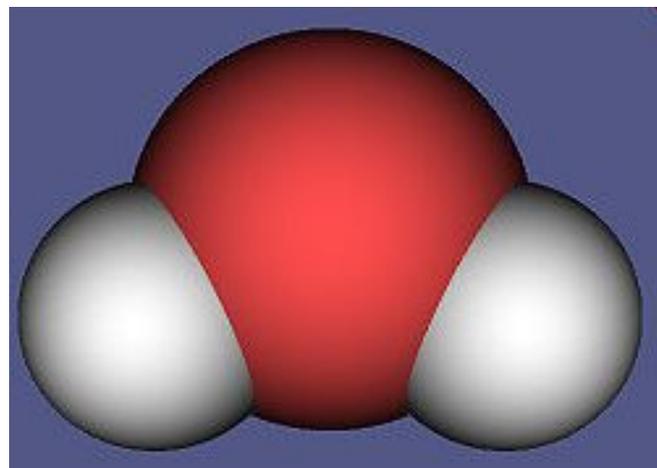
89 Ac актиний [227]	90 Th торий 232,038	91 Pa протактиний [231]	92 U уран 238,29	93 Np нептуний [237]	94 Pu плутоний [244]	95 Am амерций [243]	96 Cm кюрий [247]	97 Bk берклий [247]	98 Cf калifornий [251]	99 Es эйнштейний [254]	100 Fm фермий [257]	101 Md менделевий [258]	102 No нобелий [259]	103 Lr лоуренсий [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Молекулы

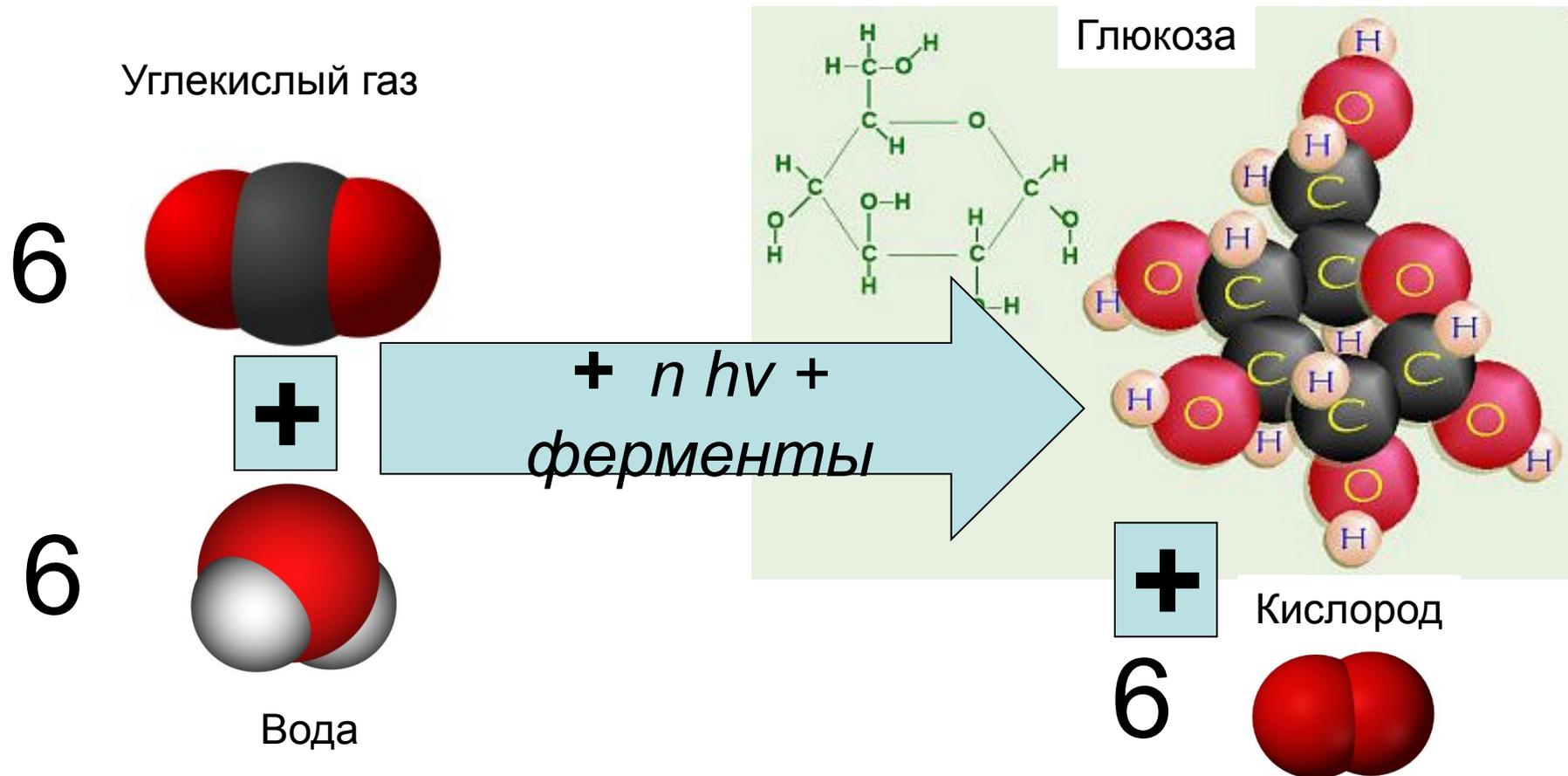
- Молекулы – системы следующих уровней сложности – состоят из атомов.
- Это форма организации вещества, а не жизни.

Молекулы неорганических веществ.

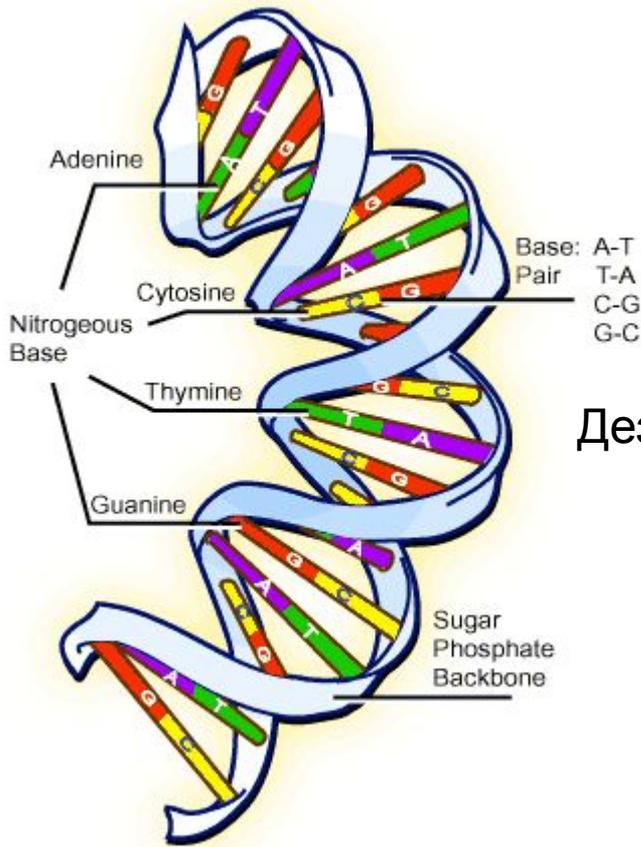
- Молекулы двух газов - водорода и кислорода - в соотношении 2:1 создают принципиально новую систему



Основная реакция, обеспечивающая существование современной биосферы – *реакция фотосинтеза* – в ходе которой из неорганических молекул синтезируются более сложные органические молекулы



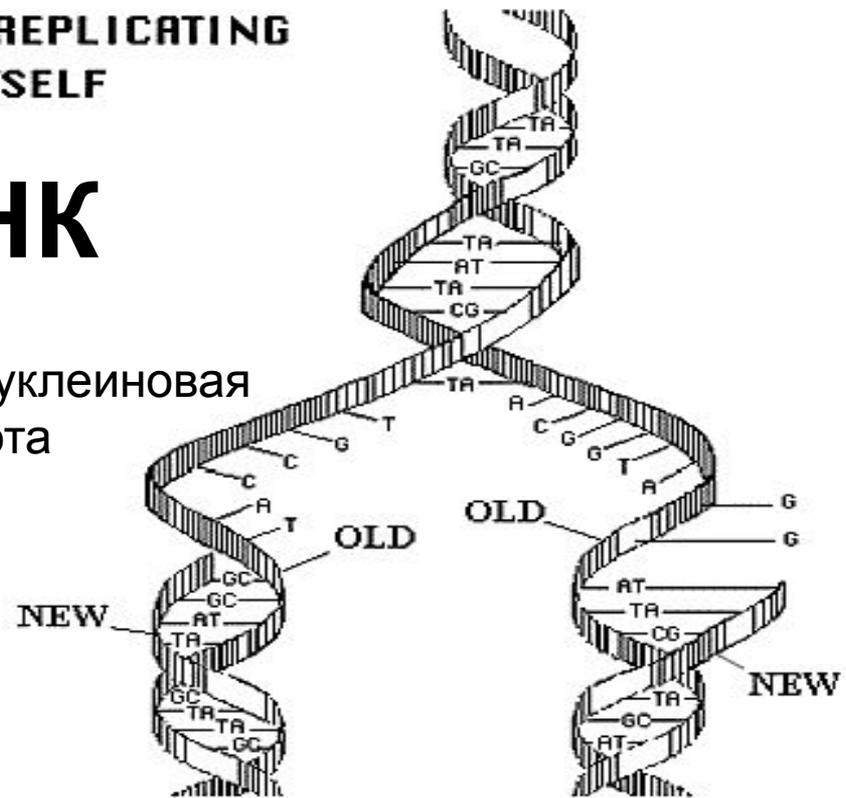
Молекулы органических веществ могут достигать очень высоких уровней сложности



DNA REPLICATING
ITSELF

ДНК

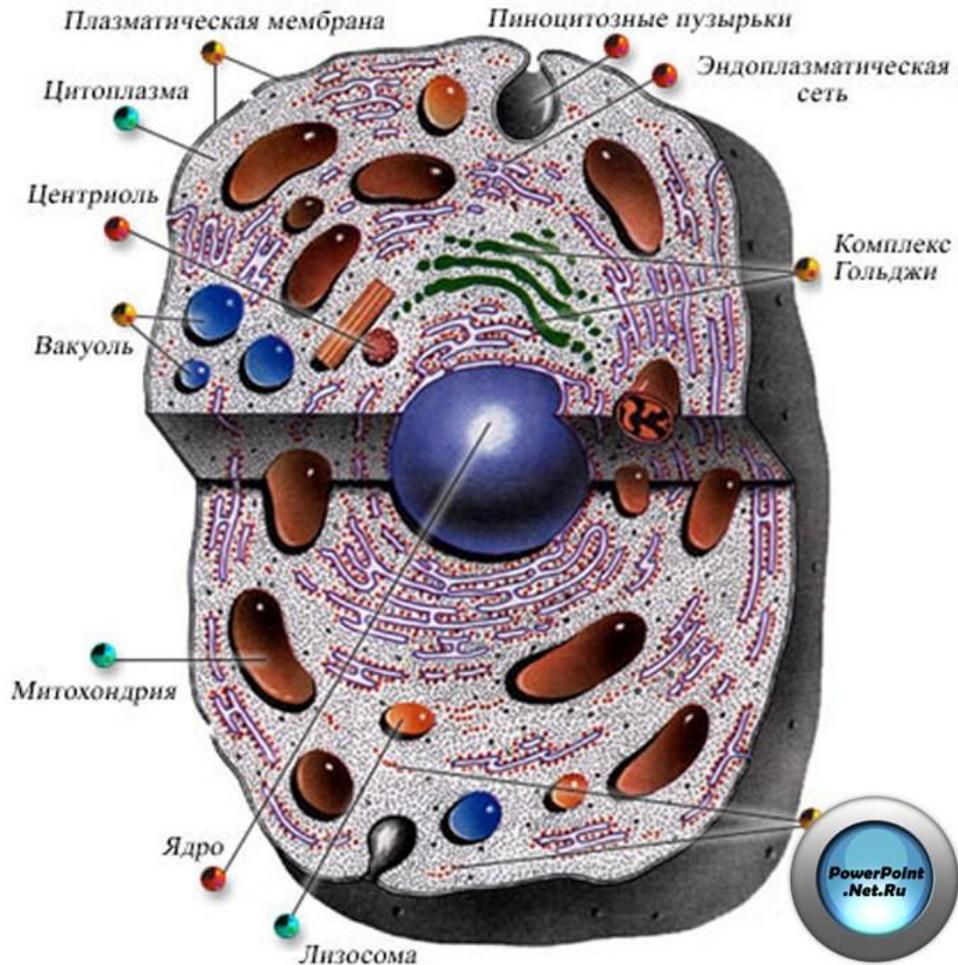
Дезоксирибонуклеиновая
кислота



Органи́зм — живое тело, обладающее совокупностью свойств, отличающих его от неживой материи. [Толковый словарь Ожегова *Ожегов С. И.* Словарь русского языка: — 24-е изд., испр.. — М.: Оникс, Мир и Образование, 2007. — 1200 с]

Органи́зм — живое целое (существо или растение) с его согласованно действующими органами. [Словарь иностранных слов]

Жизнь начинается с организмов.

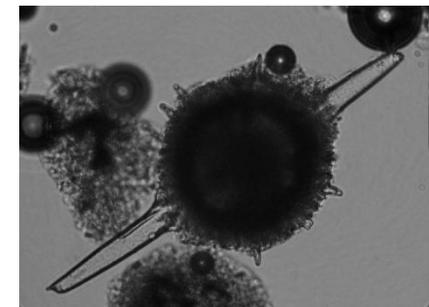
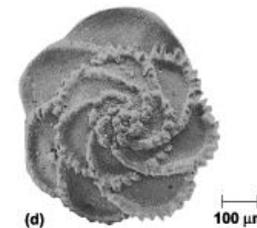
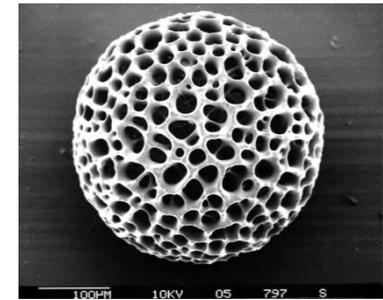
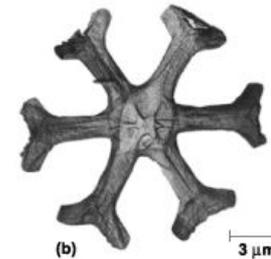


Клетка и внутриклеточные органеллы

Время существования ЖИЗНИ на земле оценивается в 4 миллиарда лет

на основании датировки
осадочных пород,
содержащих
микроскопические
*включения ископаемых
микроорганизмов
(микрофоссилии).*

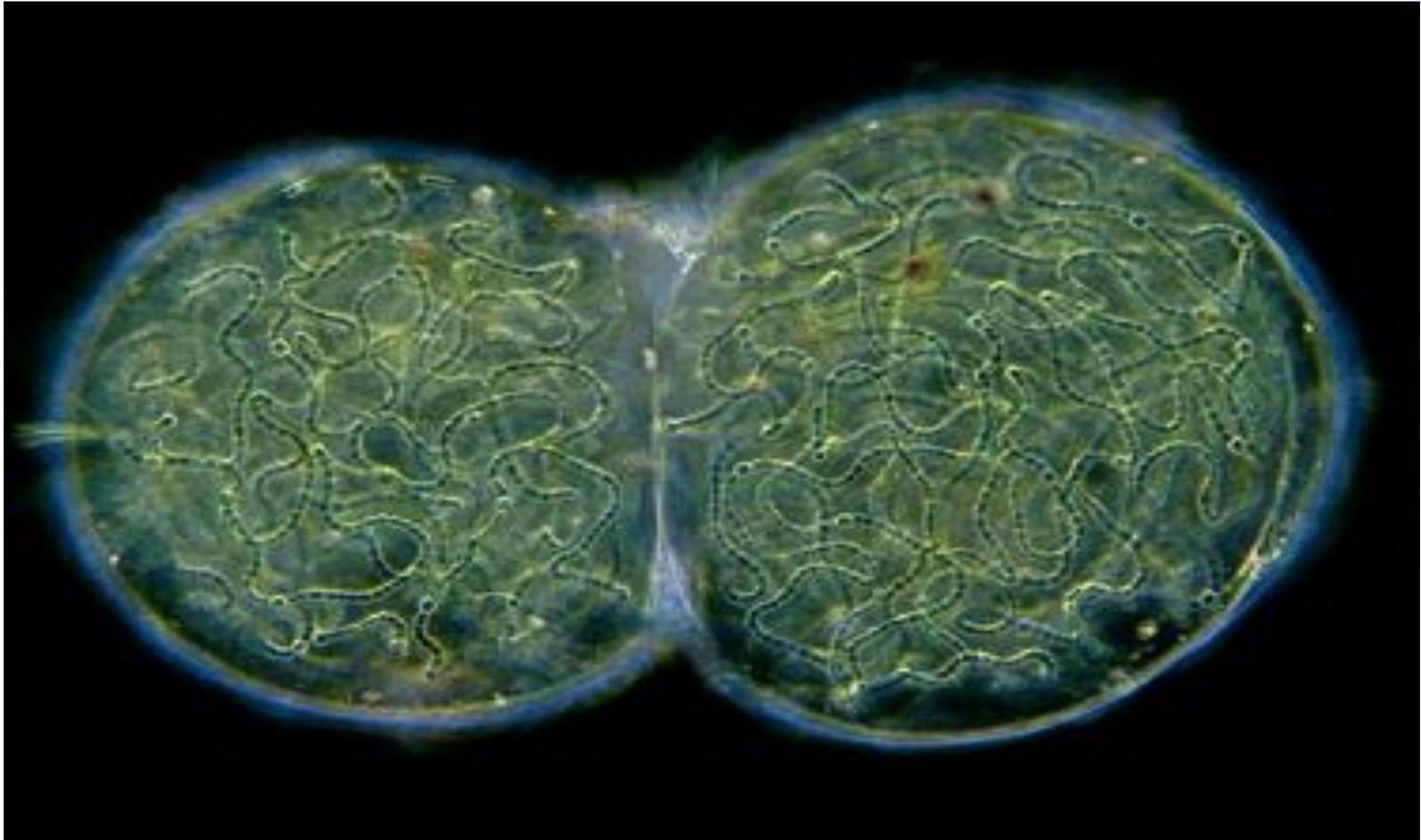
(B.Hedges. [Life](#). Pp. 89-98 in The
Timetree of Life. Oxford Univ. Press,
2009 , [http://www.evolbiol.ru/.](http://www.evolbiol.ru/))



Все организмы: от простейших до грибов, высших многоклеточных растений и животных характеризуются способностью к автономному существованию в окружающей среде, а также формированием и поддержанием своей внутренней среды.

- Начиная с колоний прокариотических организмов (Носток), отличие организмов от окружающей среды настолько очевидно и существенно, что мы об этом не задумываемся.

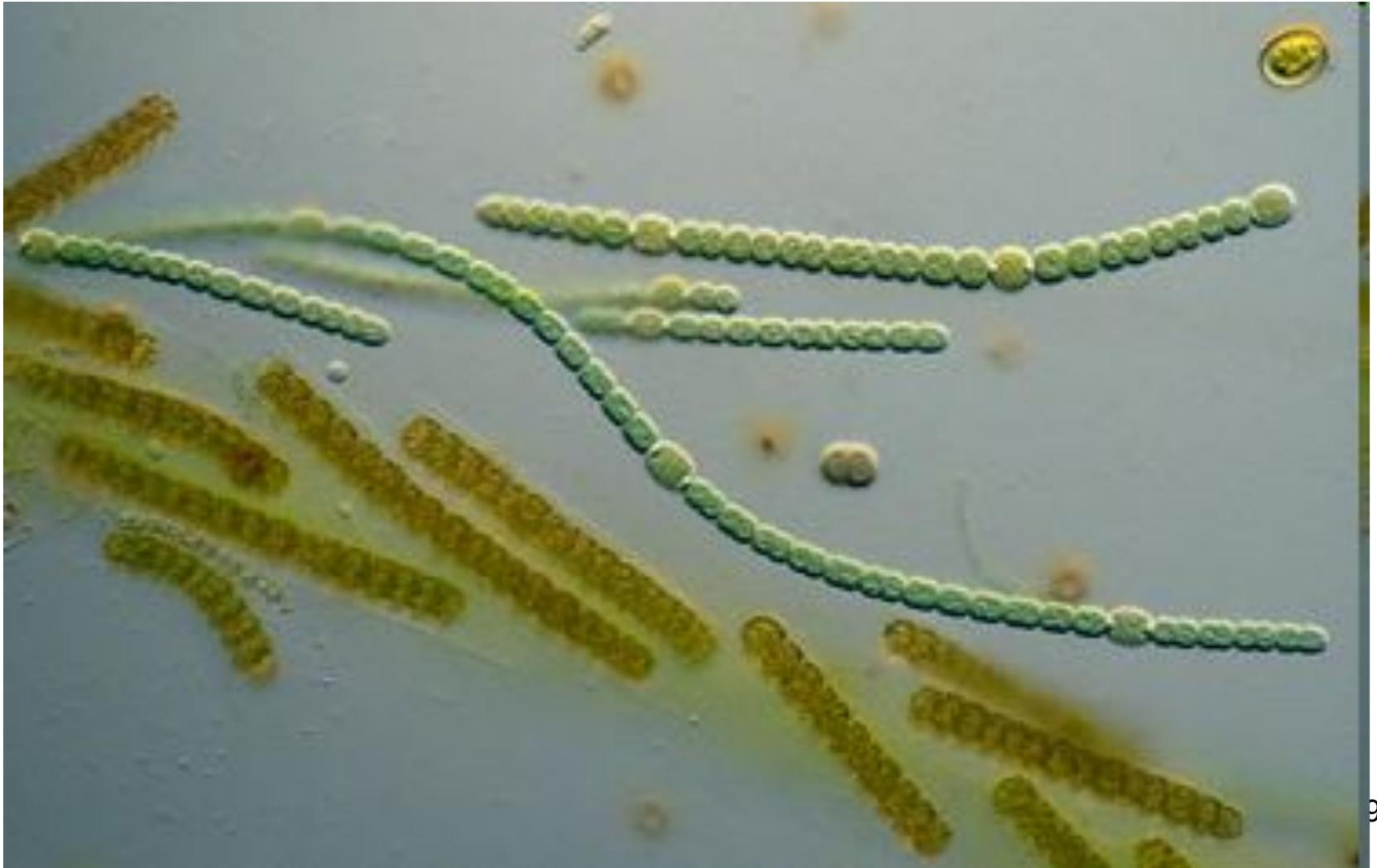
Прокариоты, царство Дробянки:
Синезеленые водоросли,
Носток *Nostoc* sp.



Прокариоты, царство Дробянки:
Синезеленые водоросли,
НОСТОК СЛИВОВИДНЫЙ
Nostoc pruniforme Agardh .



Прокариоты, царство Дробянки:
Синезеленые водоросли,
Анабена, *Anabaena* sp.



Эукариоты, царство Животные, простейшие
животные (Protozoa). Инфузория туфелька:
Paramecium caudatum Muller



Эукариоты,
Царство Грибы

Белый гриб,
Boletus edulis Fr.





Эукариоты, Царство Растения
Баобаб, *Adansonia digitata* L., Африка



Эукариоты, Царство Животные,
пойкилотермные (холоднокровные) животные
золотой тегу, *Tupinambis teguixin* (L.), Венесуэла

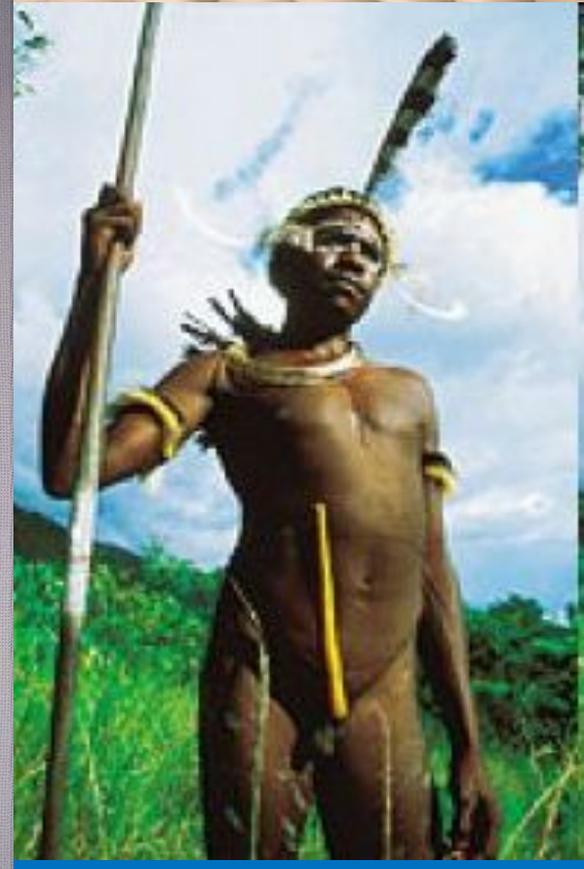


- Степень трансформации внутренней среды живыми организмами может существенно различаться в пределах организма и вполне закономерно увеличивается в процессе эволюции.
(рН слюны человека – 8, рН желудочного сока – 3)
- Высшая степень контроля и поддержания параметров внутренней среды достигается у теплокровных животных и человека.

- Все теплокровные животные и люди, имеют постоянную температуру тела.
- У людей она совпадает с точностью до десятых величин 36.6 °C.
- Это показатель сбалансированности всех метаболических процессов организма, независимо от окружающих условий, качества и количества потребляемой пищи.

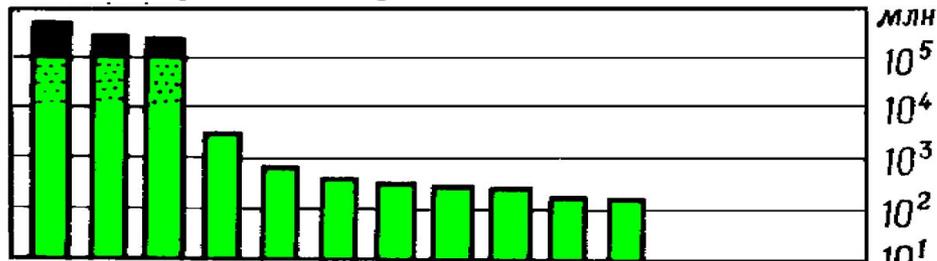


Человек
разумный,
Homo
sapiens



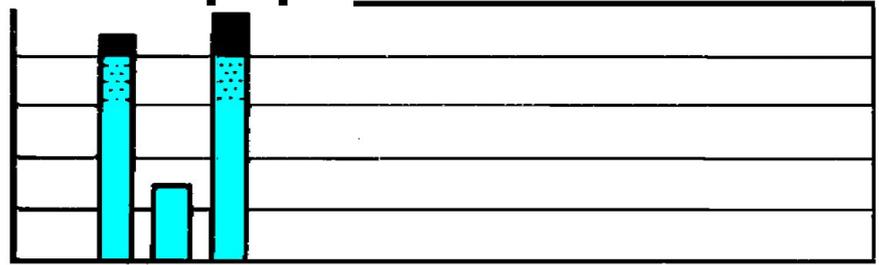
Формирование собственной среды живыми организмами регистрируется при анализе любого уровня организации от отдельных организмов до биосферы в целом, которая **по составу химических элементов на порядки величин отличается от атмосферы, литосферы и гидросферы.**

Биота (совокупность живых организмов)



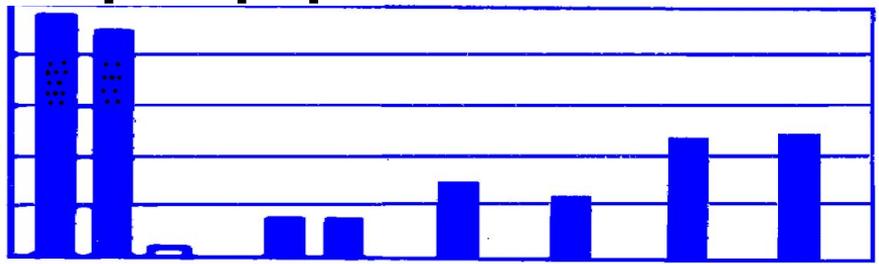
млн
 10^5
 10^4
 10^3
 10^2
 10^1

Атмосфера



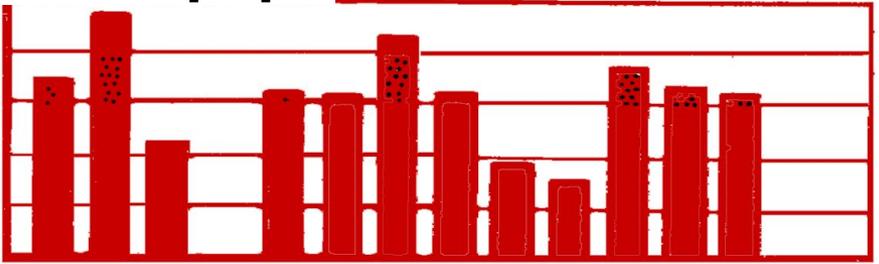
10^6
 10^5
 10^4
 10^3
 10^2
 10^1

Гидросфера



10^6
 10^5
 10^4
 10^3
 10^2
 10^1

Литосфера



10^6
 10^5
 10^4
 10^3
 10^2
 10^1

H O C N Ca K Si Mg P S Al Na Fe Cl

Рис. 1. Участие различных химических элементов в построении биосферы, атмосферы, гидросферы и литосферы (относительные числа атомов, а не весовые доли). Отчетливо выражено химическое своеобразие биосферы: в соответствии со своими потребностями организмы избирательно (в качественном и количественном отношении) поглощают химические соединения из имеющихся в окружающей среде.

Ордината представлена в логарифмическом масштабе. Пример отсчета: в биосфере H, O, C и N содержатся в наибольшем количестве: из 10^6 атомов $4,98 \cdot 10^5$ (т. е. около 50%) являются атомами водорода, $24,9 \cdot 10^5$ (около 25%) — атомами кислорода, $24,9 \cdot 10^5$ (около 25%) — атомами углерода и $2,7 \cdot 10^3$ (около 0,3%) — атомами азота. (Deevey, 1970.)

Уровни организации **ЖИВЫХ** систем :

№	Система	
1	Молекула	
2	Молекулярный комплекс	
3	Клеточные органеллы (хлоропласты, рибосомы, митохондрии, ...)	
4	Клетка (одноклеточный организм)	
5	Ткань	
6	Орган	
7	Организм (многоклеточный организм)	
8	Популяция	
9	Биогеоценоз	
10	Биосфера	

Уровни организации живых систем :

№	Система	Основные уровни:
1	<i>Молекула</i>	
2	<i>Молекулярный комплекс</i>	
3	<i>Клеточные органеллы</i> <i>(хлоропласты, рибосомы, митохондрии, ...)</i>	
4	Клетка (одноклеточный организм)	1а
5	<i>Ткань</i>	
6	<i>Орган</i>	
7	Организм (многоклеточный организм)	1б
8	Популяция	2
9	Биогеоценоз	3
10	Биосфера	4

I Экология организмов

Основы экологии организмов –
учение об экологических факторах

Экологические факторы

Учение об экологических факторах сформировано Евгением Вармингом.

Ойкологическая география растений. Введение в изучение растительных сообществ. М.: Тип. И.А. Баландина. 1901г, 542с





Юстус Либих, Немецкий химик

(1803 - 1873)

(Теория минерального питания растений)

(1840г) Закон минимума Либиха ≡

закон ограничивающего фактора:

наиболее значим для организма наиболее значим для организма тот фактор, который более всего отклоняется от его оптимального значения.

- Продуктивность культурных растений, в первую очередь, зависит от того питательного вещества (минерального элемента), который представлен в почве наиболее слабо.
- Например, если фосфора в почве 20 % от нормы, а кальция — 50 % от ОПТИМУМА нормы, то ограничивающим главным фактором будет недостаток фосфора.



Закон (правило) Шелфорда

Шелфорд (Shelford) Виктор Эрнест (1877 —1968), американский зоолог, специалист в области экологии, главным образом - водных организмов. Первый президент экологического общества Америки.

Закон толерантности Шелфорда — закон, согласно которому существование вида определяется лимитирующими факторами, находящимися **не только в минимуме, но и в максимуме.**

Экологические факторы

Экологический фактор – любой неделимый далее элемент среды, способный оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы.

Экологические факторы

Неделимость экологических факторов

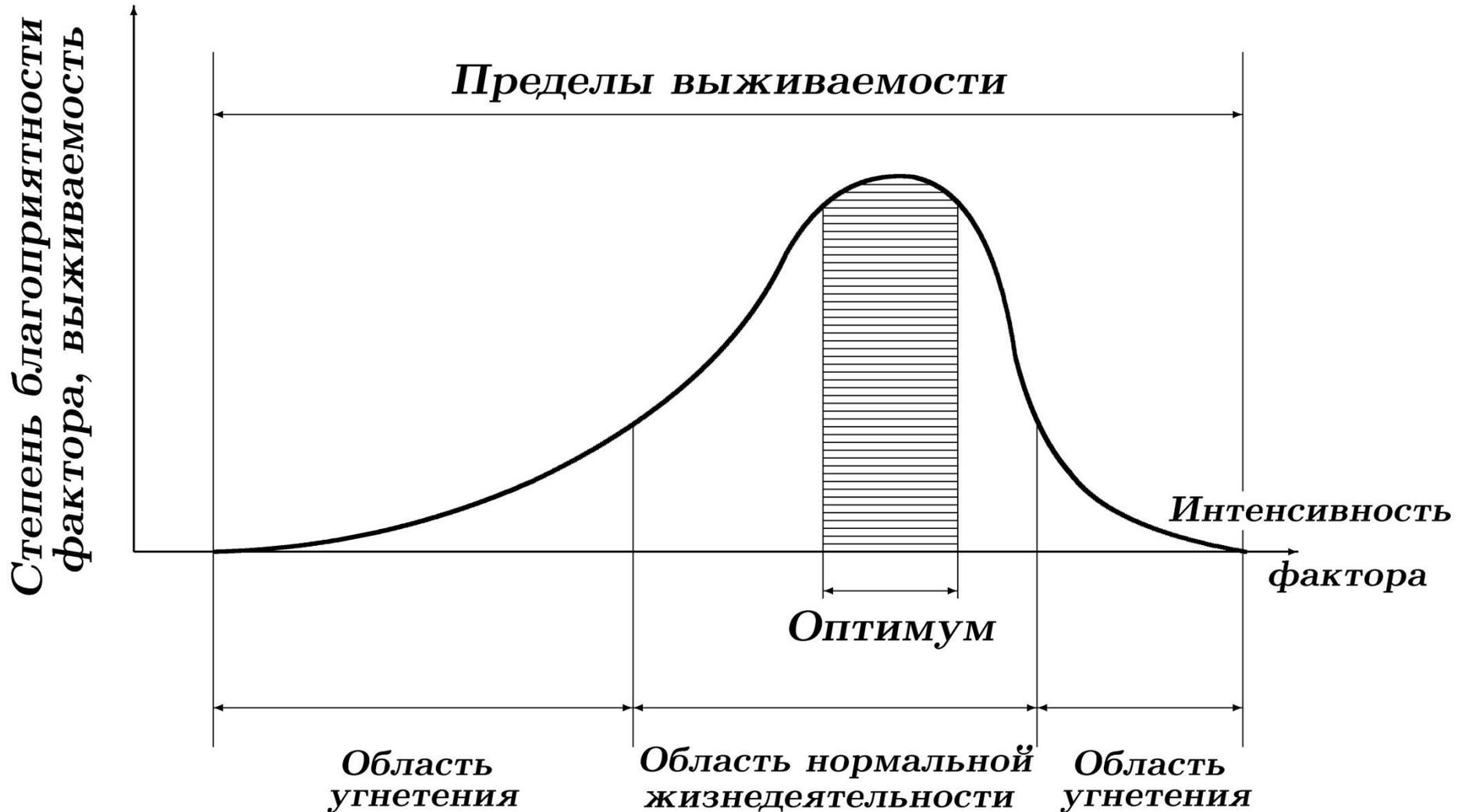
Этому условию удовлетворяют:

Свет, температура, влажность воздуха (или почвы), соленость, концентрации конкретных питательных элементов в почве.

Не удовлетворяют:

высота над уровнем моря, глубина озера, океана широта (они являются комплексами экологических факторов)

Интенсивность фактора и жизнедеятельность организмов



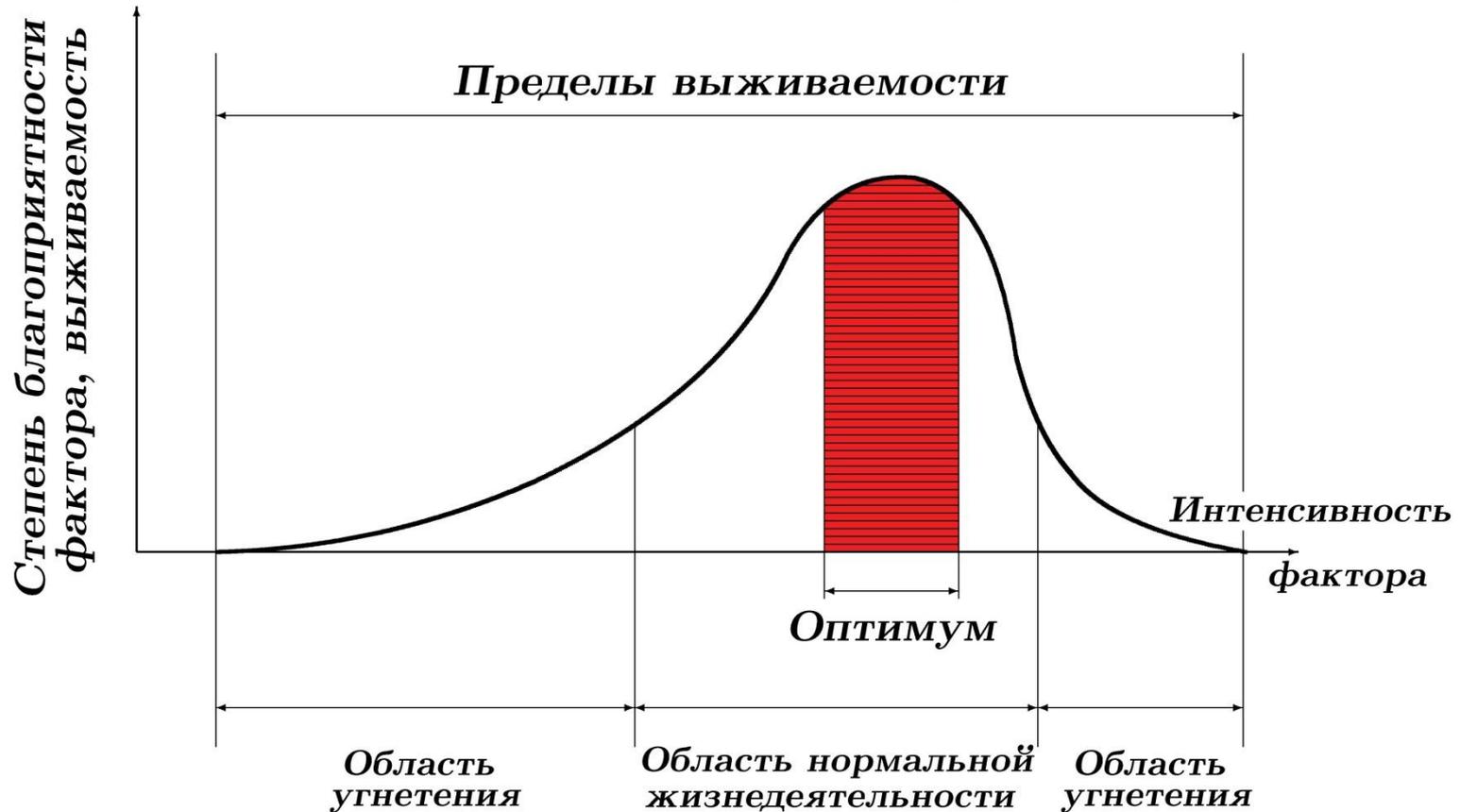
Степень благоприятности фактора –

Оценивается по величине различных характеристик метаболизма растений и животных в процентах от оптимума.

Характеристики метаболизма

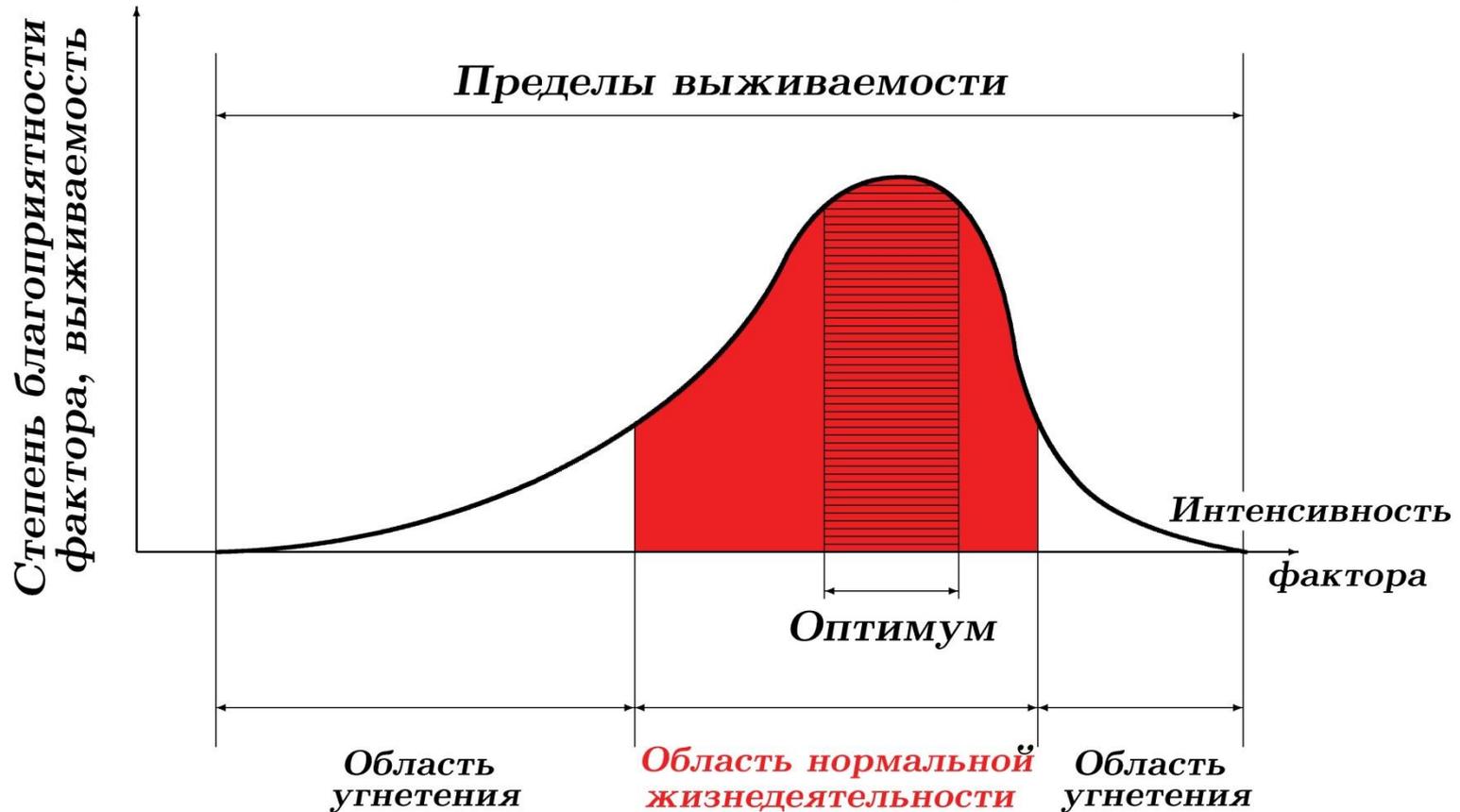
- скорость фотосинтеза [растения], скорость роста, показатели интенсивности обмена веществ [растения и животные].

Интенсивность фактора и жизнедеятельность организмов



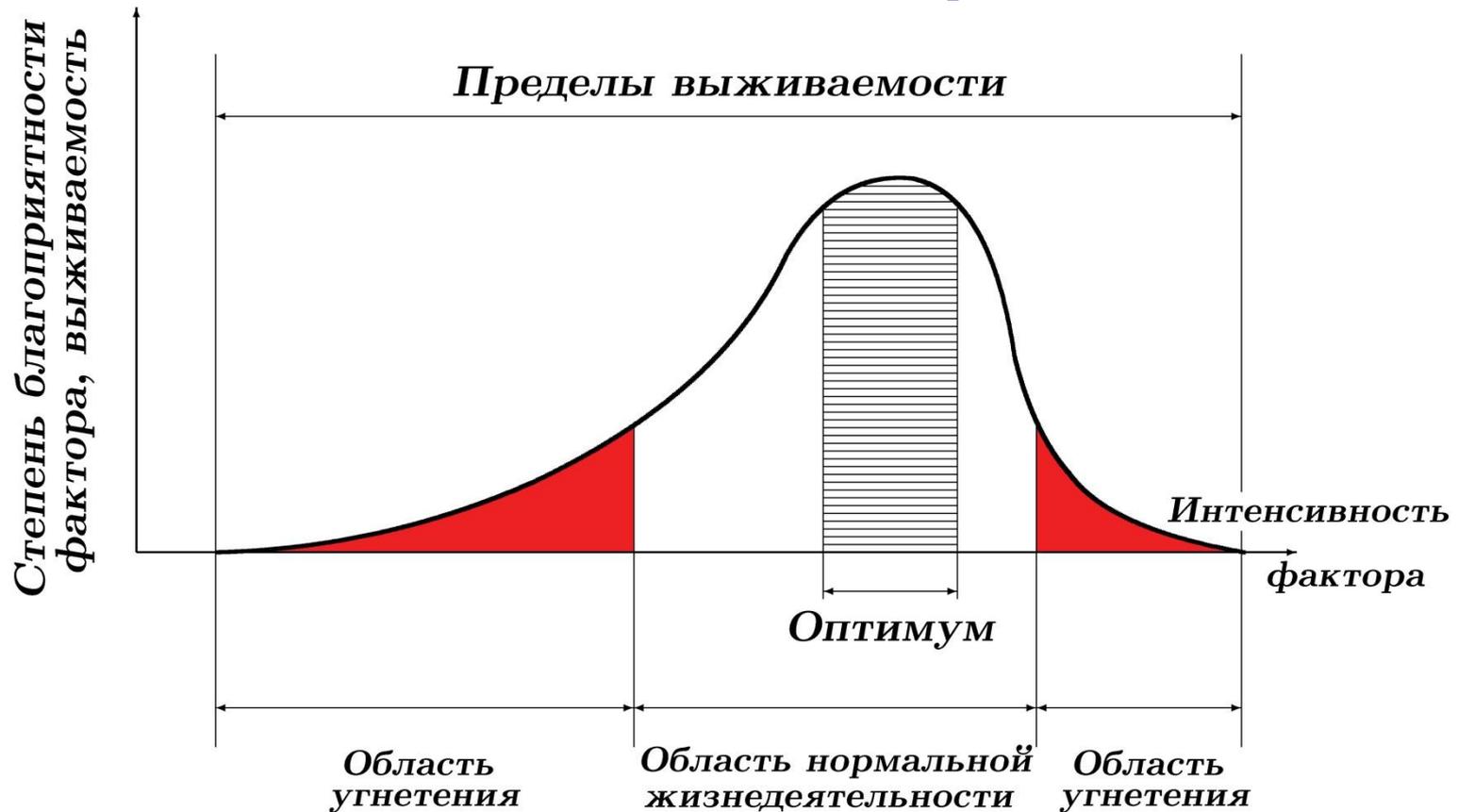
1) Оптимальные условия

Интенсивность фактора и жизнедеятельность организмов



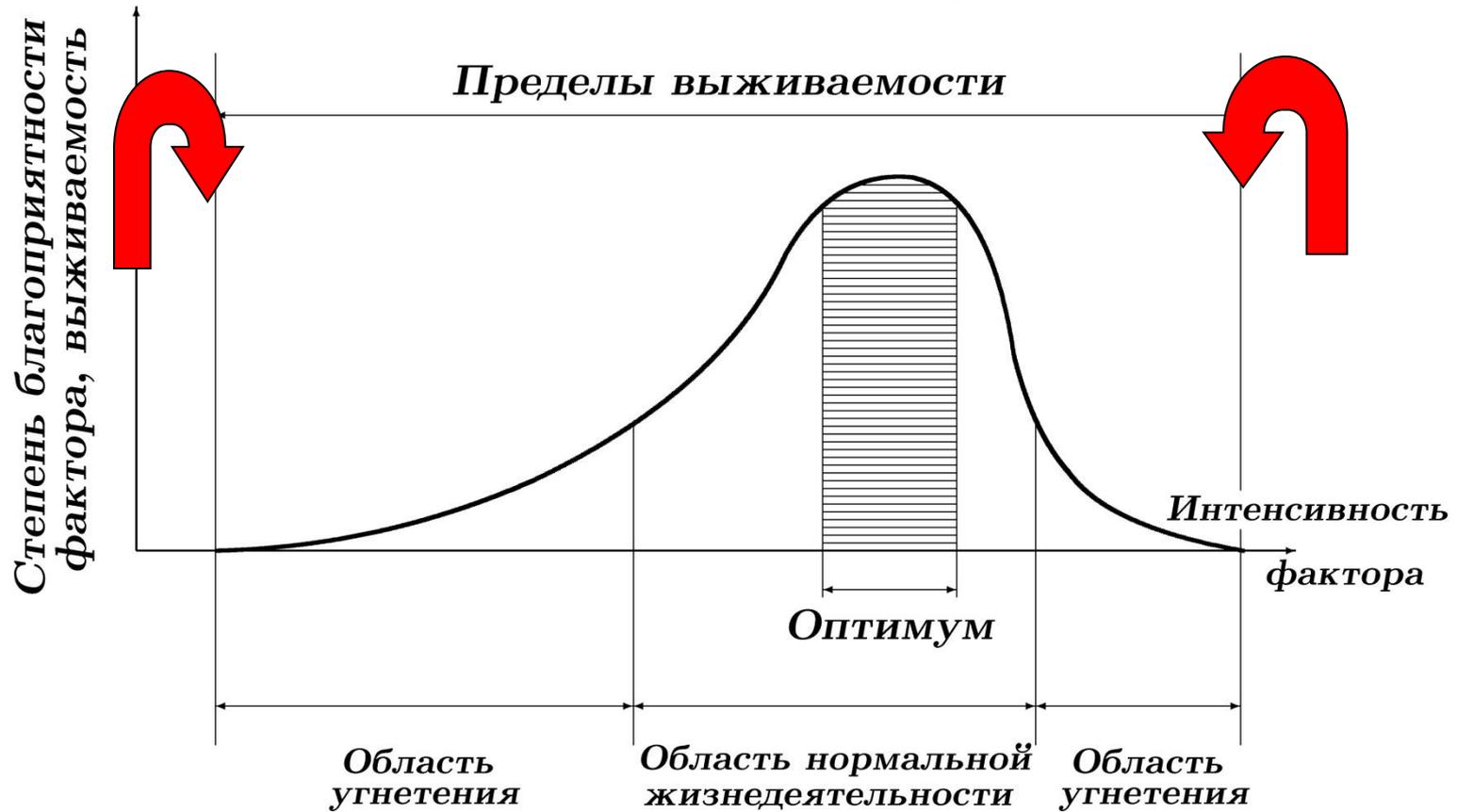
2) Область нормальной жизнедеятельности

Интенсивность фактора и жизнедеятельность организмов



3) Область угнетения

Интенсивность фактора и жизнедеятельность организмов



4) Пределы выживаемости

Классификация экологических факторов

- *Абиотические*, неживой природы
- *Биотические*, живой природы
- *Антропогенные*, связанные с деятельностью человека

Абиотические факторы

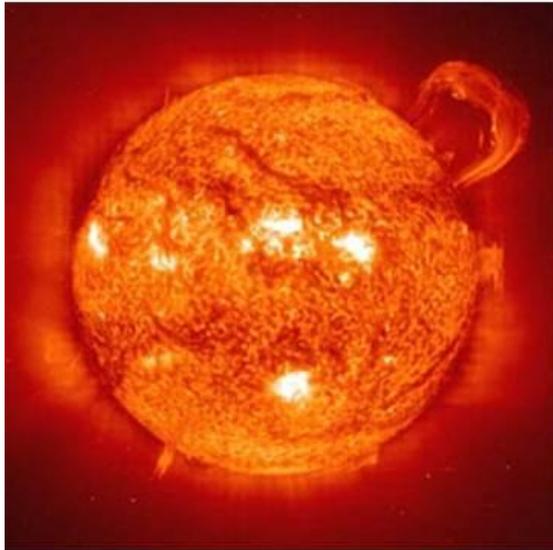
- Климатические (свет, температура, влажность, давление, концентрации веществ в окружающей среде: солей и ионов в воде [для водных сообществ], физико-химические свойства почв [для наземных сообществ])
- В наземных сообществах абиотические факторы существенно преобразуются сообществами [температурный режим, режим влажности, скорость ветра].
- В тоже время сезонный ход температур, суточные и сезонные различия в световом потоке не контролируются биотой.

Биотические факторы

- Взаимодействие особей, популяций между собой (факторы питания, конкуренция, паразитизм, хищничество).
- К значимым биотическим факторам следует отнести и трансформацию комплекса условий экотопа в биотопе, что особенно значимо для наземных сообществ.

- Свет как экологический
фактор

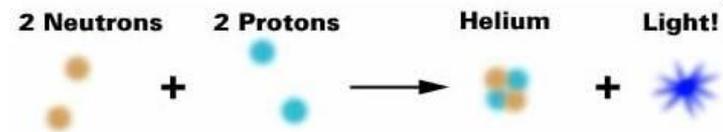
Существование жизни на Земле обусловлено поступлением энергии от Солнца.



Солнце

Солнце — центральное тело Солнечной системы, С. — ближайшая к Земле звезда.
Масса С. $1,990 \cdot 10^{30}$ кг
(в $3.3 \cdot 10^5$ раз больше массы Земли).
99,866% массы Солнечной системы.

Солнечная энергия – энергия термоядерной реакции превращения водорода в гелий:



Среднее расстояние от Земли до Солнца -
150 миллионов километров,
свет проходит его за **8 минут.**
(БСЭ)

- Существование жизни на Земле обусловлено поступлением энергии от Солнца.
- Каждый фотон солнечного излучения с температурой $T_{\text{Солнца}} = 6000 \text{ }^\circ\text{K}$ в условиях Земли распадается на 20 тепловых фотонов ($T_{\text{Земли}} = 300 \text{ }^\circ\text{K}$), излучающихся с поверхности Земли в космическое пространство.

- Согласно принципу Карно, солнечное излучение может быть переведено в работу с КПД:

$$\eta = (T_{\text{Солнца}} - T_{\text{Земли}}) / T_{\text{Солнца}} = 0.95$$

- Очевидно:

В том же количестве энергии Солнца,
но в виде теплового излучения

$$T_{\text{Солнца}} = T_{\text{Земли}} = 300 \text{ } ^\circ \text{K}$$

Существование жизни на Земле было бы
невозможным.

Фотосинтез и дыхание

- Основа жизни – процесс фотосинтеза – трансформация энергии света в энергию химических связей молекул органического вещества.
- Дыхание – использование энергии химических связей молекул органического вещества для генерации процессов метаболизма [обмена веществ].

Общее уравнение фотосинтеза



h – постоянная Планка ($6,6 \cdot 10^{-27}$ эрг [10^{-34} дж])

ν -- частота излучения

$h\nu$ -- энергия фотона

- Результат фотосинтеза – запасенная в энергии химических связей молекулы глюкозы энергия -- ΔG .

$$\Delta G = 686 \text{ ккал моль}^{-1} = 2872 \text{ кдж моль}^{-1}$$

- Дыхание - процесс обратный фотосинтезу₅₄

**Коэффициент полезного действия фотосинтеза
в среднем составляет 0.4 – 1%**

$$\bullet \eta = \Delta G / G * 100\% \approx 0.4 - 1\%$$

Максимальные разовые величины 2 – 7%.

Для сравнения:

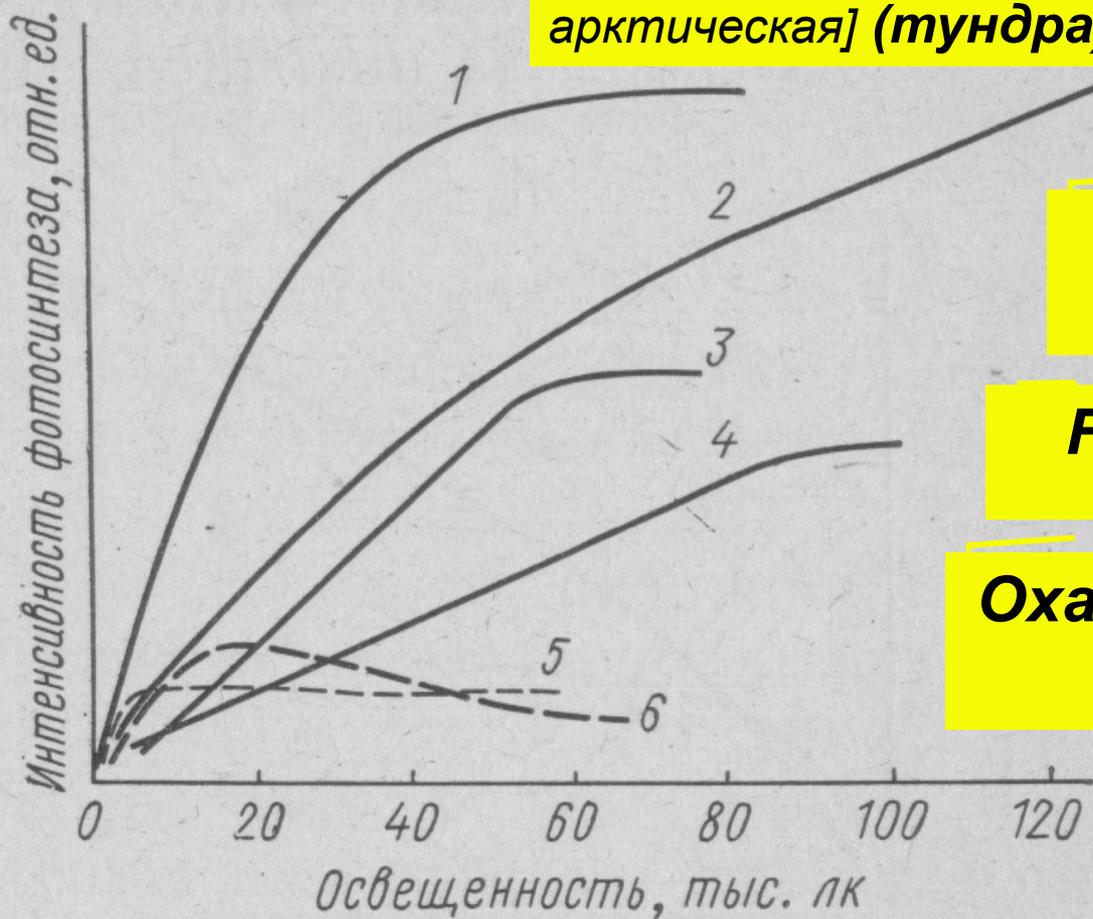
КПД парового двигателя 8%

КПД двигателя внутреннего сгорания 36%

**КПД Самой экономичной тепловой
электростанция 56%**

- **Свет как экологический фактор**

Свет в жизни растений



Caltha arctica [калужница арктическая] (тундра)

Eurotia ceratoides [терескен] (Памир)

Scilla sibirica [пролеска] (эфемероид, дубовый лес, ранняя весна)

Festuca sulcata [типчак] (степь)

Oxalis acetosella, [кислица] еловый лес

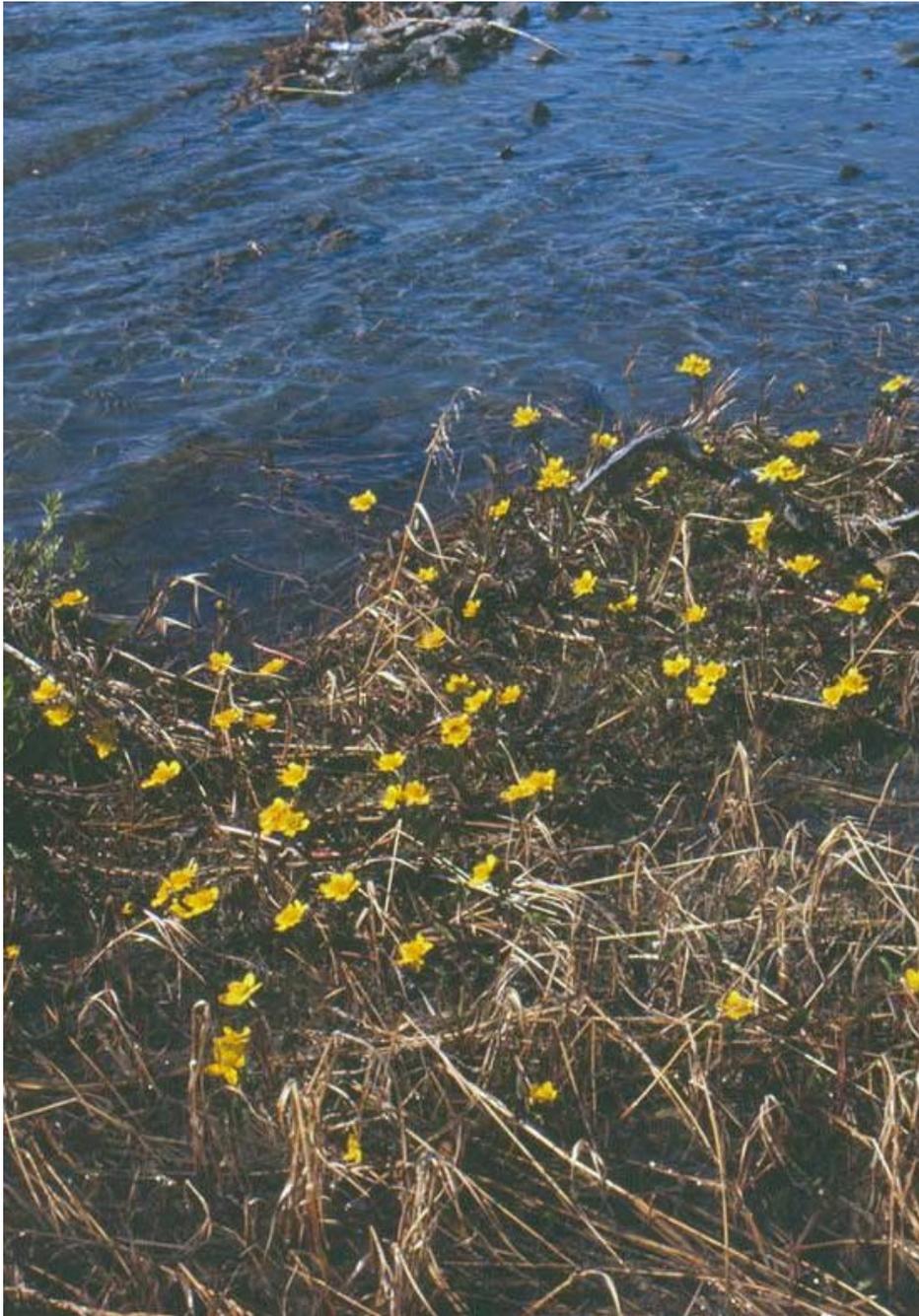
Aegorodium podagraria [сныть обыкновенная], дубовый лес, лето

Рис. 40. Световые кривые фотосинтеза растений из различно освещенных местообитаний

Из Т.К. Горышина: Экология растений 1979

См. Приложение
57

Caltha arctica
[калужница
арктическая]



Eurotia ceratoides (терескен) Памир



Scilla sibirica (пролеска)



Festuca sulcata (типчак)



***Oxalis acetosella*, [кислица]**



Aegopodium podagraria [сныть обыкновенная],



- Светолюбивые и теневыносливые растения существенно отличаются по интенсивности фотосинтеза при выходе на плато, положению точки насыщения, и по нижнему пределу освещенности, необходимому для выживания видов.

Изменение прихода солнечной радиации (кДж/см²) с географической широтой (по Кондратьеву К.Я., 1954)

Станция	Широта	Суммарная радиация				
		Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Бухта Тихая	80°19' с.ш.	0	96	130	8	235
Бухта Тикси	71°35' с.ш.	3	130	117	21	293
Павловск	59°41' с.ш.	17	117	168	42	344
Воронеж	51°40' с.ш.	29	126	176	53	394
Ташкент	41°20' с.ш.	54	155	239	113	561
Гонолулу	21°18' с.ш.	147	218	235	189	788
Джакарта	6°10' ю.ш.	138	147	151	159	595

- Следует отметить, что летом количество света, поступающее на поверхность земли в разных широтах от тропических до полярных областей различается незначительно.

То есть, свет не влияет на географическое распространение растений и не является лимитирующим фактором с точки зрения географического положения местообитания.

Реально лимитирующим фактором свет выступает в сомкнутых растительных сообществах, где растения верхних ярусов перехватывают его большую часть.

Свет как экологический фактор

C3 и C4- растения

C3 и C4- Растения

Дополнительная
информация

- **C3-растения** усваивают углерод в процессе фотосинтеза через цикл Кальвина.
акцептор CO₂ – рибулозодифосфат [РДФ],
продукты Фотосинтеза – трехуглеродные фосфоглицериновая кислота и фосфоглицериновый альдегид.
- C4-растения (сахарный тростник, кукуруза, сорго)
акцептор CO₂ – фосфоенолпировиноградная кислота (фосфоенолпируват)
продукты фотосинтеза – четырёхуглеродные соединения – щавелевоуксусная, яблочная и аспарагиновая кислоты.

C4- растения

Сахарный Тростник, *Saccharum officinarum* L.



C4- растения

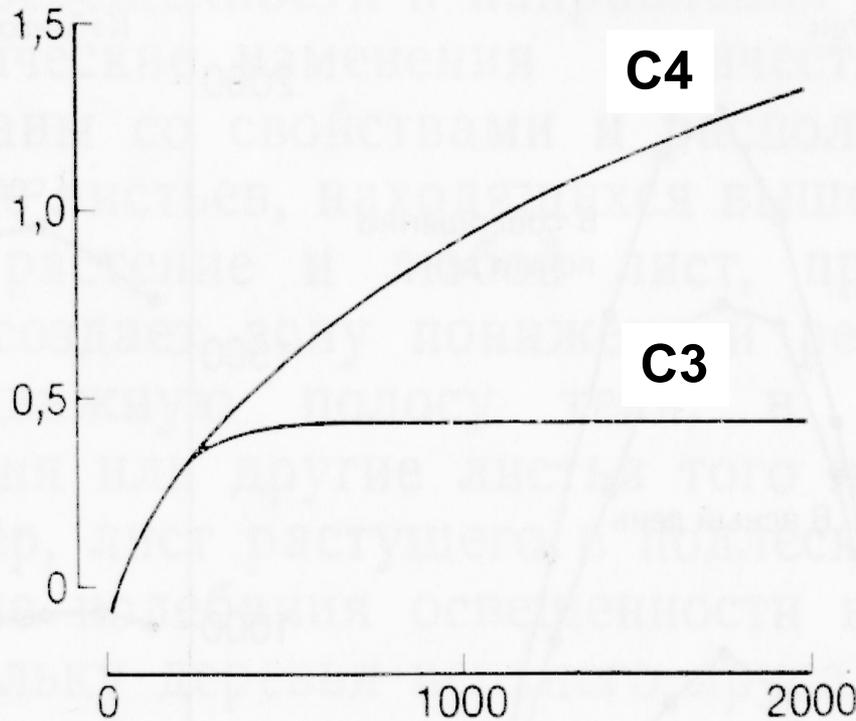
Сорго, *Sorghum alnum* Parodi.



C3 и C4 растения

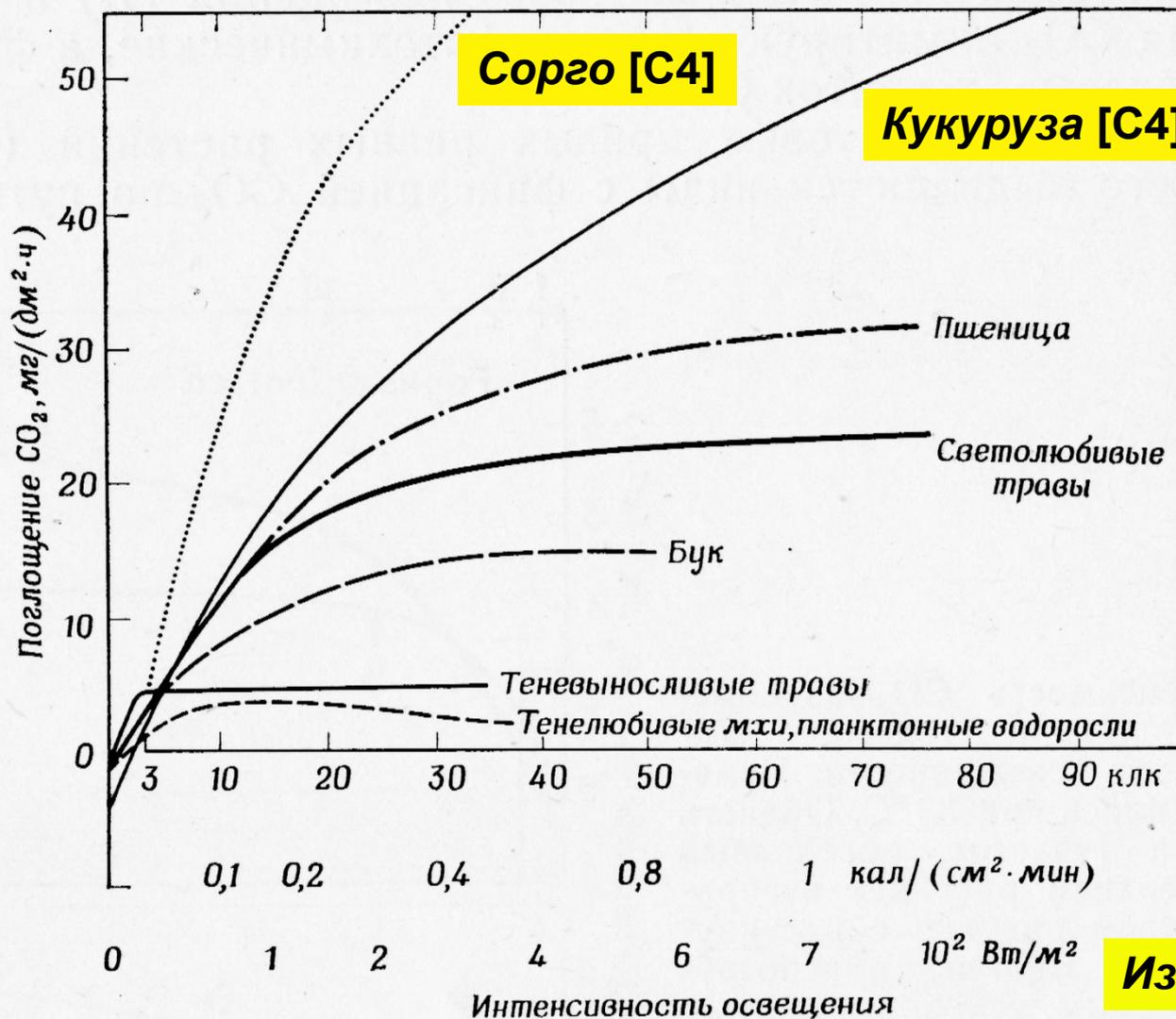
У C4 растений никогда не наблюдается светового насыщения.

Чистая скорость фотосинтеза, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$



Интенсивность потока фотонов, $\text{мкмоль} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$

C3 и C4 растения



Из: Лархер, 1978

Рис. 38. Влияние света на нетто-фотосинтез различных растений при оптимальной температуре и естественном содержании CO_2 в воздухе. (Stålfert 1937; Böhning, Burnside, 1956; Gessner, 1959; Retter, 1965; Stoy, 1965; Hesketh, Baker, 1967; Ludlow, Wilson, 1971; использованы также данные многих других авторов.)

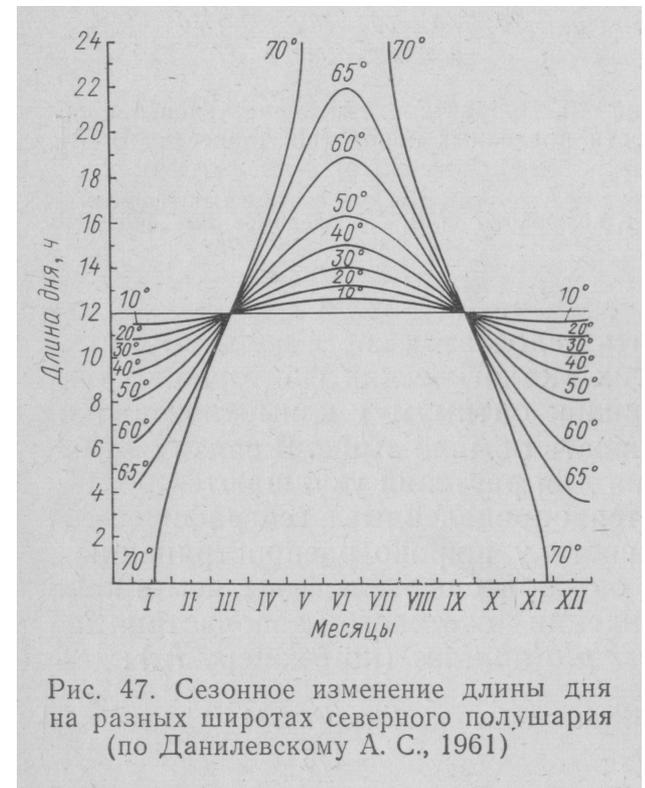
Свет как экологический фактор

Фотопериодизм

Фотопериодизм --

Реакция организмов на суточный ритм притока солнечной радиации, т.е на соотношение темного и светлого периодов суток (длину дня).

Сезонные изменения длины дня



Фотопериодизм

Открыт В. Гарнером
и Н. Аллардом в 1920 г.

Весной и осенью в теплице
табак зацветал

Летом в открытом грунте
цветения не наблюдалось

Цветение летом наблюдалось
при искусственно укороченном дне

Nicotiana tabacum L.



- **Фотопериодические реакции** – «биологические часы», используемые для инициации различных программ жизнедеятельности организмов, обусловленные сезонной динамикой поступления энергии солнца к различным точкам поверхности Земли и сопряженной с ней динамикой климата.

Фотопериодизм у растений – способность перехода от развития и роста вегетативных органов к формированию репродуктивных органов (к зацветанию) под влиянием фотопериодов (соотношения светлого и темного времени суток).

Основные типы фотопериодической реакции у растений

Короткодневные:
табак, просо

Длиннодневные:
шпинат, редис

Нейтральные:
горчица



Рис. 48. Типы фотопериодической реакции у растений (по Мешкову Б. С.)

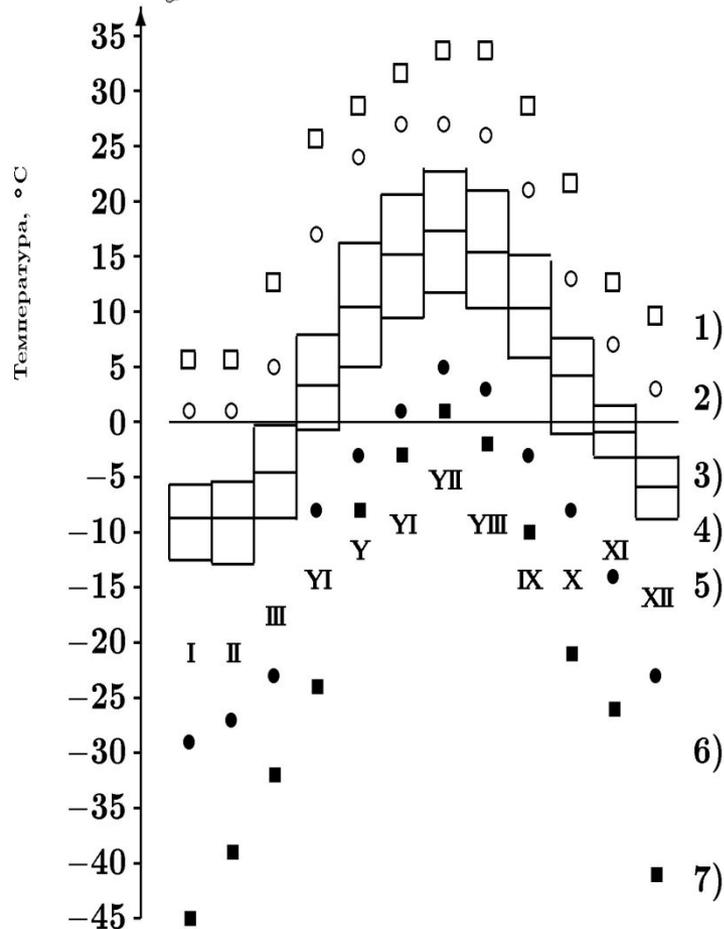
Фотопериодизм у животных.

- Фотопериодические реакции животных контролируют наступление и прекращение брачного периода, плодовитость, осенние и весенние линьки, переход к зимней спячке, чередование обоеполых и партеногенетических поколений, миграции, развитие (активное или с диапаузой) и др. сезонные приспособления.
- Зарегистрирован у насекомых, клещей, рыб, птиц, млекопитающих

Почему важен и выгоден фотопериодизм

- *Погодные условия конкретного года характеризуются очень сильными колебаниями. Изменения температуры или осадков в отдельные годы далеко не всегда соответствуют конкретному сезону.*
- **Соотношение продолжительности светлого и темного времени суток –** прямое следствие сезонного изменения наклона земной оси и, в отличие от погодных условий, **точно отражает смену сезона.**

Сезонные изменения температур в г. Великий Новгород



Температуры воздуха по месяцам по данным метеостанции г. Новгорода за период наблюдений с 1937 по 1980 гг. [Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1988]).

- 1) Абсолютный максимум.
- 2) Средние из абсолютных максимумов.
- 3) Средние максимальные суточные.
- 4) Средние суточные.
- 5) Средние минимальные суточные.
- 6) Средние из абсолютных минимумов.
- 7) Абсолютный минимум.

Сезонные изменения температур в г. Великий Новгород

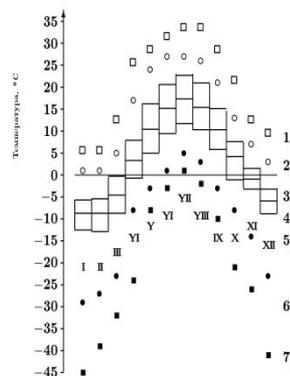


Рис. . . Температуры воздуха по месяцам по данным метеостанции г. Новгорода за период наблюдений с 1937 по 1980 гг. [Научно-прикладной справочник по климату СССР, 1988].

- 1) Абсолютный максимум.
- 2) Средние из абсолютных максимумов.
- 3) Средние максимальные суточные.
- 4) Средние суточные.
- 5) Средние минимальные суточные.
- 6) Средние из абсолютных минимумов.
- 7) Абсолютный минимум.

Пределы варьирования:

- абсолютных экстремальных температур — 88 ° С

абсолютный минимум — 45 ° С [январь] , абсолютный максимум +33 [июль]

- средней месячной температуры — 25 ° С

— 8 ° С [январь] и +17 [июль]

Разность между минимальными средними суточными и максимальными средними суточными температурами конкретных месяцев за период наблюдений составляет ~
10 ° С

Свет в жизни растений,

в результате горения факела попутного газа на расстоянии 170 м от поля увеличилась продолжительность дня и рис не зацвел.

- Рис
- *Oryza* L.
(20 видов)

Очень чувствителен к длине дня



Рисовые поля на террасах в провинции Юньнань Рисовые поля на террасах в провинции Юньнань (Китай)



Свет в жизни растений

Факел отжига попутного газа, республика Коми, действительно меняет условия освещенности.



Энергетический эквивалент 1 люкс для области Фотосинтетически Активной Радиации ФАР

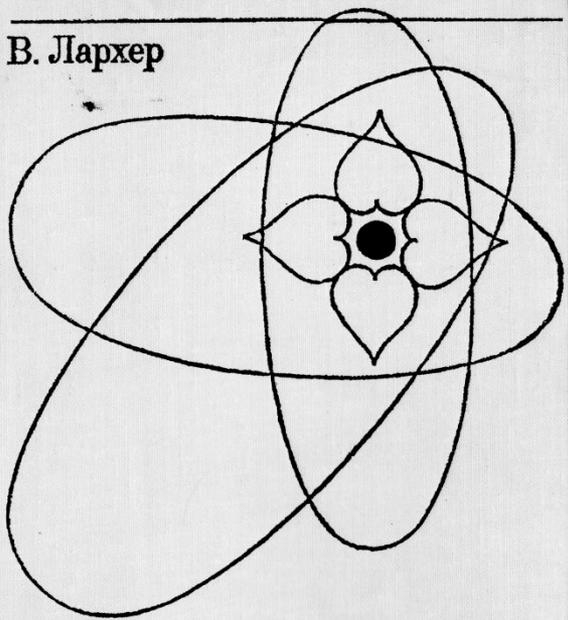
Высота солнца, град.	Число калорий см² мин⁻¹ ФАР, соответствующее 1 люксу	Авторы
11	$5,71 \cdot 10^{-6}$	Рвачев и др., 1963
19	$5,72 \cdot 10^{-6}$	Рвачев и др., 1963
30	$5,76 \cdot 10^{-6}$	Рвачев и др., 1963
40 – 50	$5,70 \cdot 10^{-6}$	Хазанов, Цельникер, 1978



Prof. Dr. Walter Larcher
Born in Kitzbühel (Austria, Tyrol)
on 22th December, 1929

LARCHER, W.: Ökologie der Pflanzen. 1. edition 1973,
4. edition 1984. Ulmer, Stuttgart

В. Лархер



ЭКОЛОГИЯ
растений

LARCHER, W.: Physiological Plant Ecology.
1.edition 1975, 3. edition 1995.

Springer, Berlin-New York

Translated in Italian, Spain, Portuguese, **Russian**,
Czechoslovakian, Japanese and Chinese

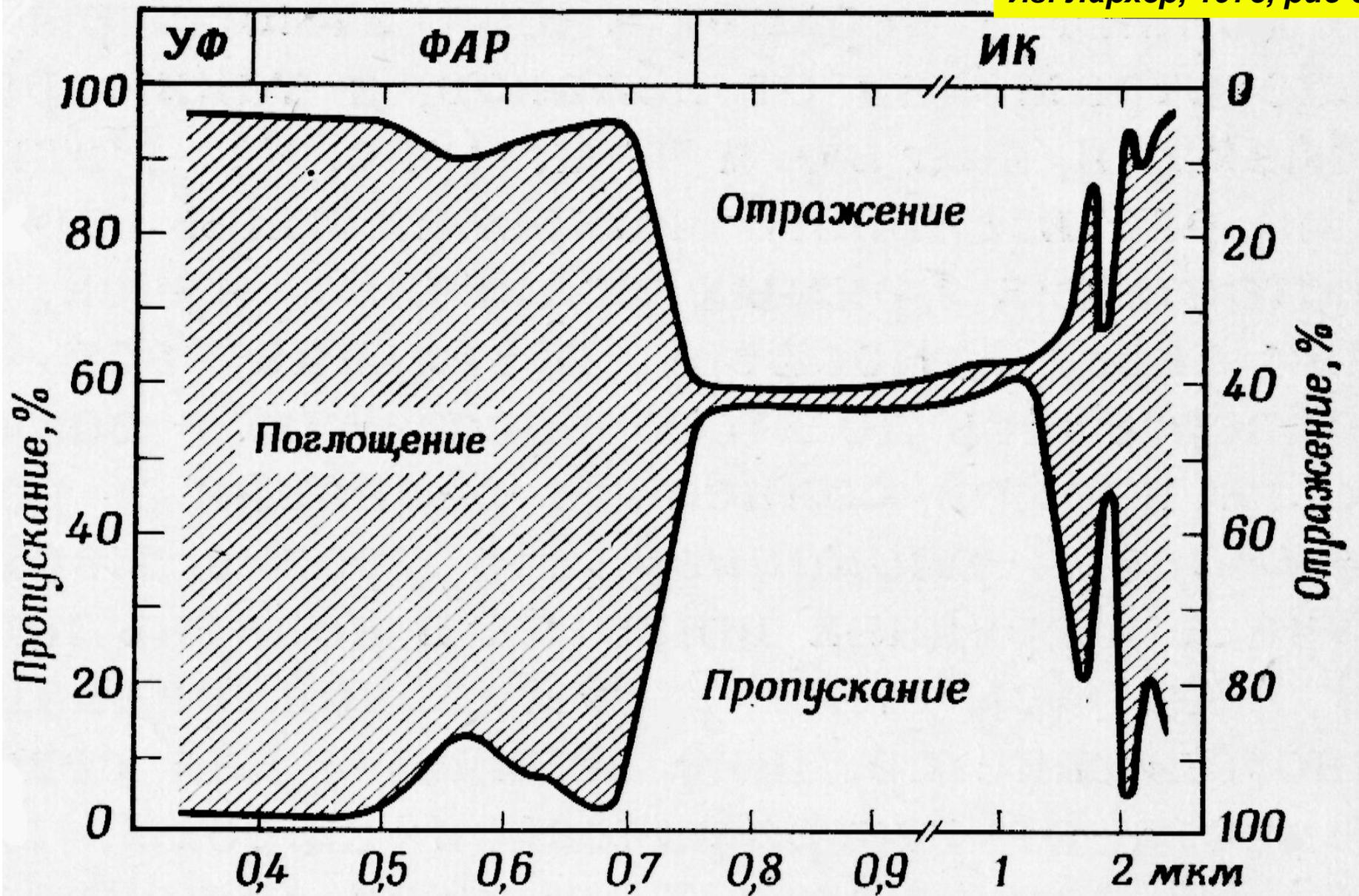
В. Лархер : Экология растений.
М.Мир, 1978, 185 с.

Populus deltoides W.Bartram ex Marshall
(Северная Америка) – типичное растение



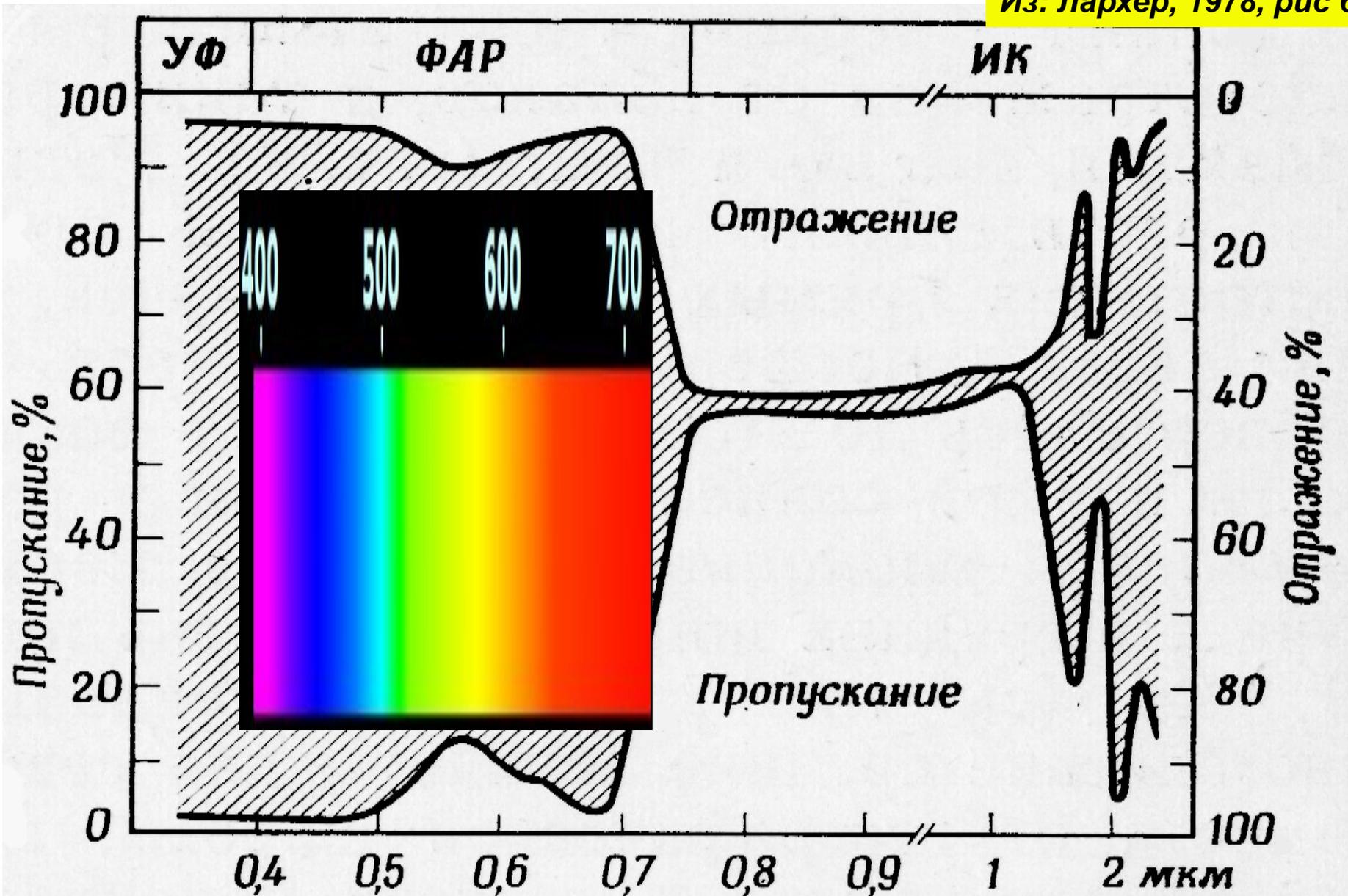
Отражение, пропускание и поглощение солнечной радиации с разной длиной волны листом *Populus deltoides*

Из: Лархер, 1978, рис 6.

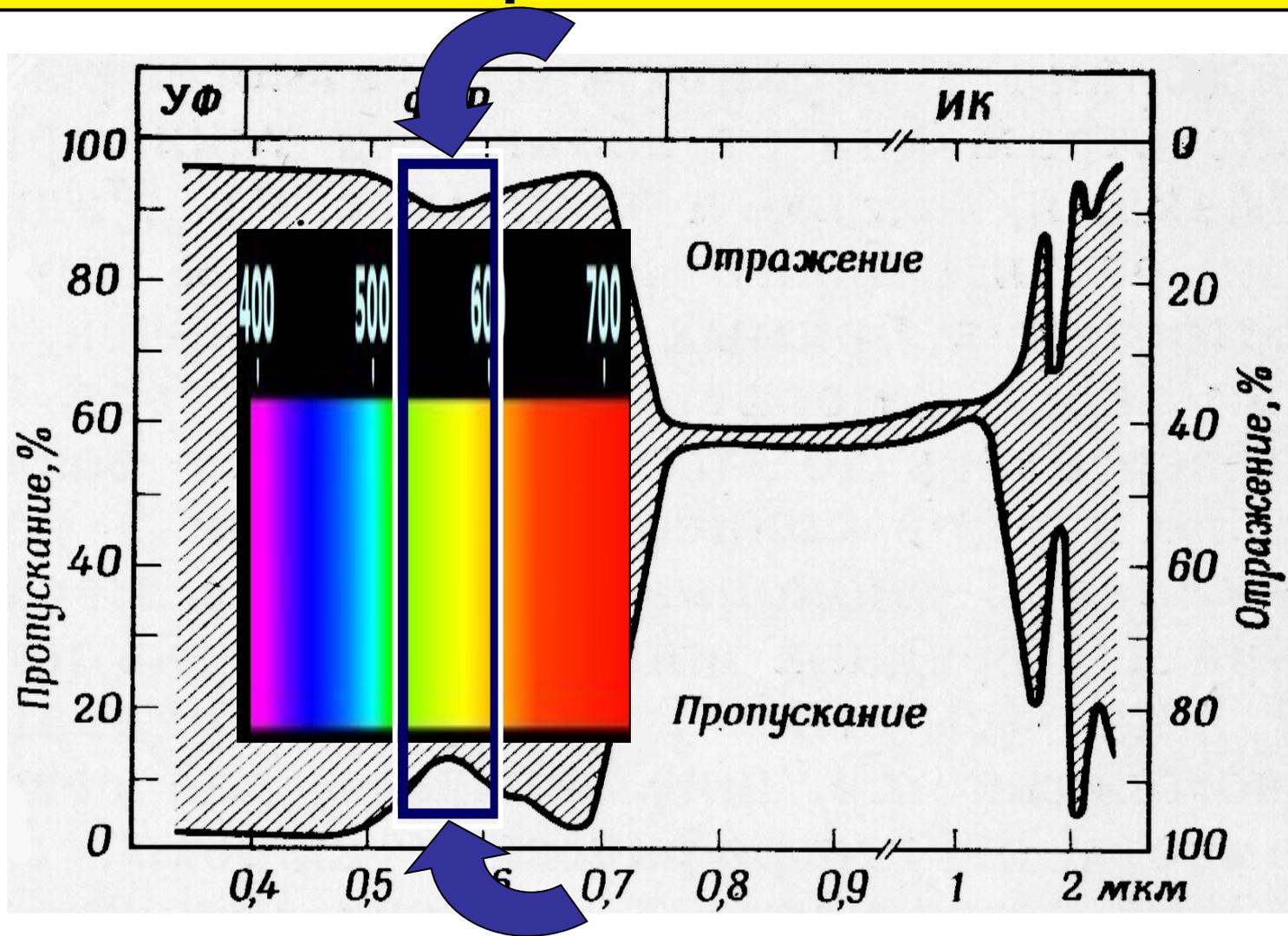


Отражение, пропускание и поглощение солнечной радиации с разной длиной волны листом *Populus deltoides*

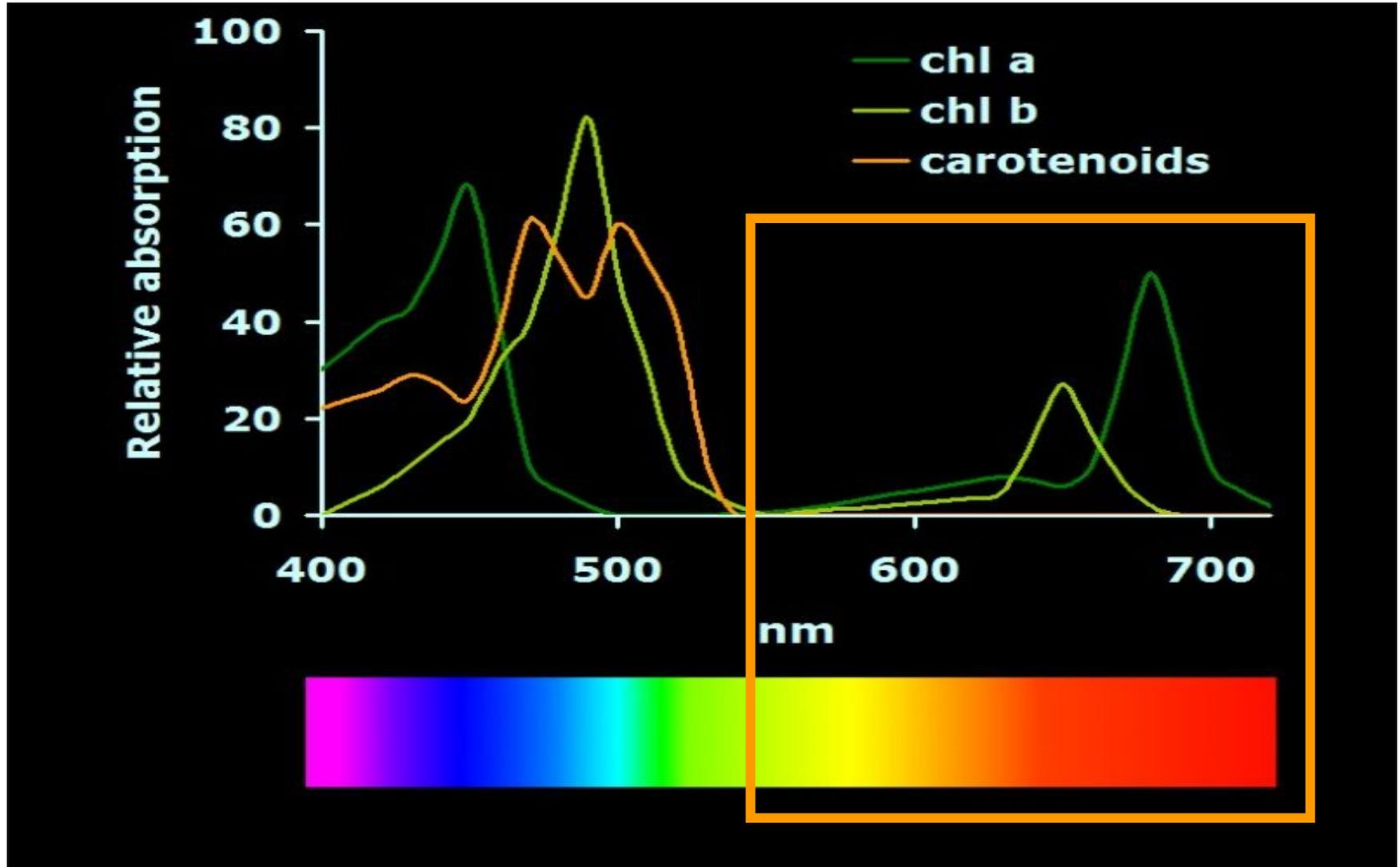
Из: Лархер, 1978, рис 6.



Минимум в поглощении, максимум в отражении и пропускании, приходящийся на зеленую часть спектра, определяют цвет большинства растений



Кривые поглощения света основными фотосинтетическими ферментами: хлорофиллами a, b и каротиноидами. Отсутствие поглощения каротиноидов в желтой и красной частях спектра определяет осеннюю окраску растений.





И.И. Левитан "ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ", 1895



