

Температура как экологический фактор



Что такое «температура»?

- Физическая величина, примерно характеризующая приходящуюся на одну степень свободы среднюю кинетическую энергию частиц макроскопической системы, находящейся в состоянии термодинамического равновесия.
- Два определения: молекулярно-кинетическое и термодинамическое.

Термодинамическое определение

Понимание в прошлом: в более нагретых телах содержится большее количество особого вещества — *теплорода*, чем в менее нагретых. Температура - крепость смеси вещества и теплорода.

Температура связана с субъективными ощущениями «тепла» и «холода».

Равновесное состояние характеризуется некоторой величиной, которая при тепловом контакте двух систем становится для них одинаковой в результате обмена энергией.

Why is it windy at the seaside?



Молекулярно-кинетическое определение

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории:

$$\langle E_k \rangle = \frac{i}{2} kT$$

Абсолютная температура пропорциональна средней энергии:

$$T = \frac{2}{ik} \langle E_k \rangle$$

i — число степеней свободы молекул газа;

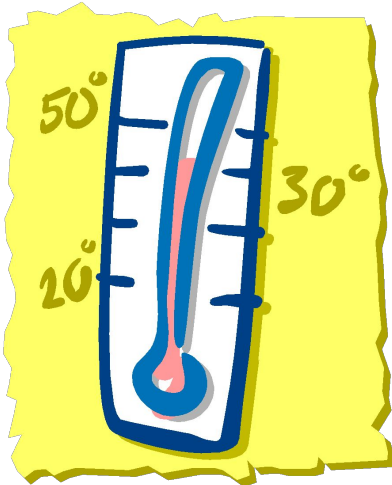
k — постоянная Больцмана; T — абсолютная температура;

$\langle E_k \rangle$ — среднее значение кинетической энергии совокупности частиц системы.

Температурные шкалы

Температура пропорциональна кинетической энергии молекул.

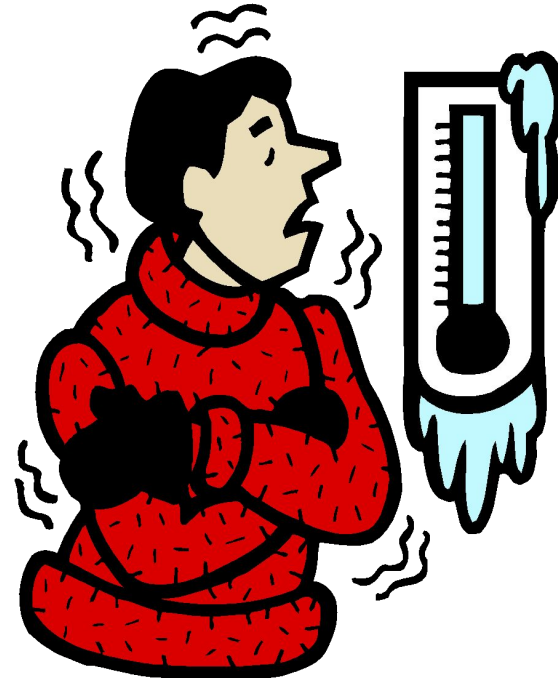
Практические шкалы измеряют температуру в условных единицах — градусах.



20°C в два раза больше 10°C?

Нет. 68°F (20°C) не в два раза больше 50°F (10°C)

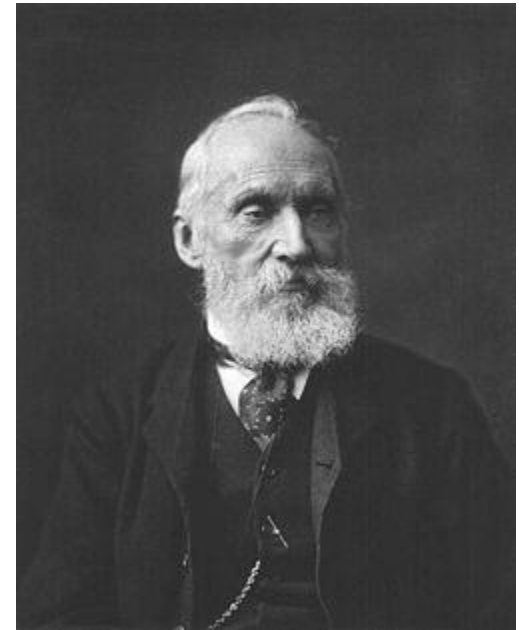
- **Относительные**
 - Шкала Фаренгейта (°F)
 - Шкала Цельсия (°C)
- **Абсолютные**
 - Шкала Кельвина (K)
 - Шкала Ранкина (°Ra)



Шкала температур Кельвина

Абсолютный ноль (наиболее низкая температура, при которой в принципе невозможно извлечь из вещества тепловую энергию).

Кельвин (K) — единица измерения температуры в СИ, предложена в 1848 году.



Уильям Томсон, лорд Кельвин



Масштаб шкалы соотнесен с тройной точкой воды (273,16 K).

Температурные шкалы

Шкала Ранкина:

0 – абсолютный ноль

Шкала Цельсия:

0 – температура замерзания воды

Шкала Фаренгейта:

0 – Температура таяния смеси Фаренгейта (соль и лёд в равных количествах)



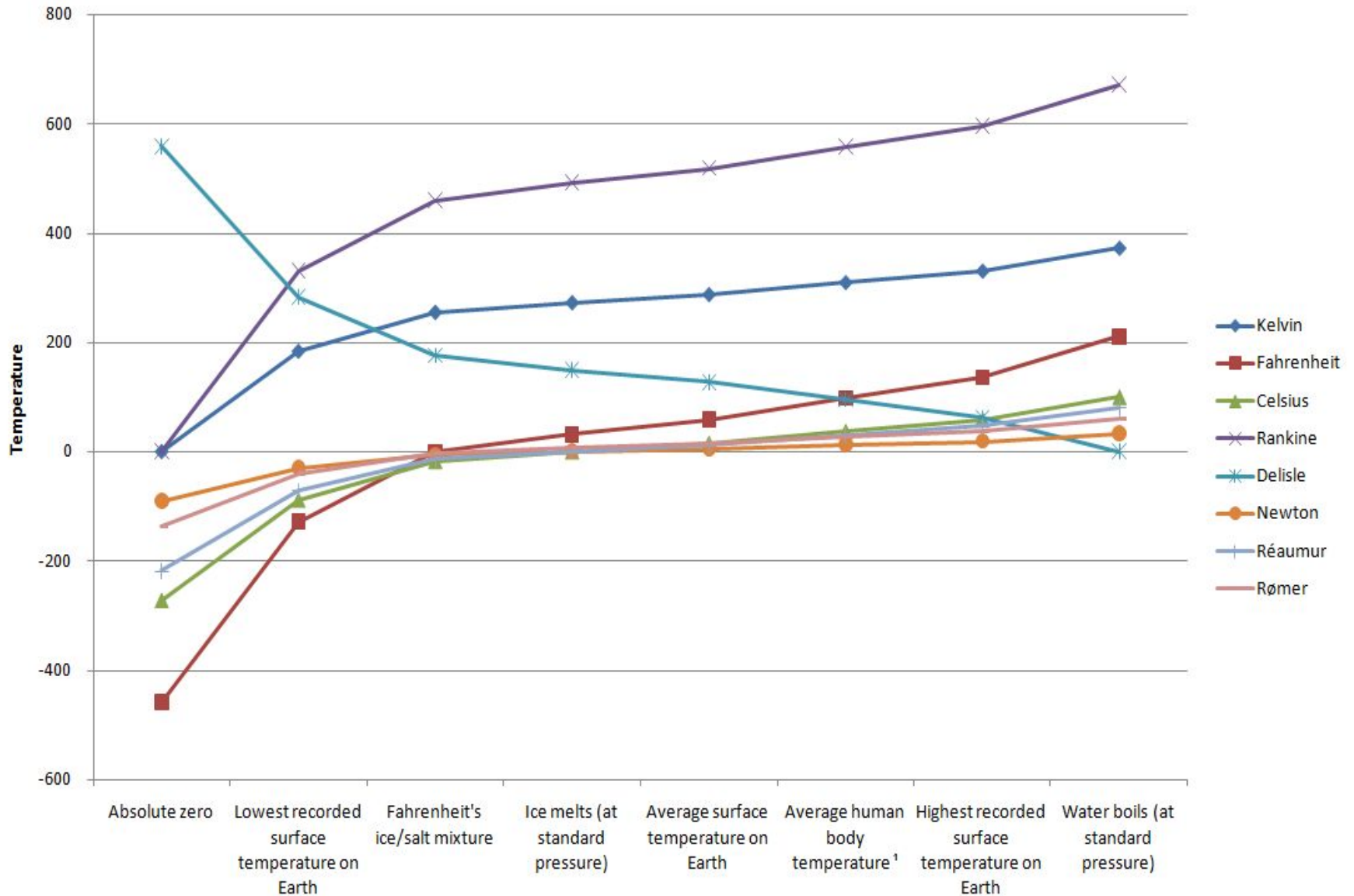
$$(^{\circ}\text{C}) = (\text{K}) - 273.15$$

$$(^{\circ}\text{F}) = 9/5 * (^{\circ}\text{C}) + 32$$

$$(^{\circ}\text{F}) = (^{\circ}\text{R}) - 459.67$$



Comparison of temperature scales

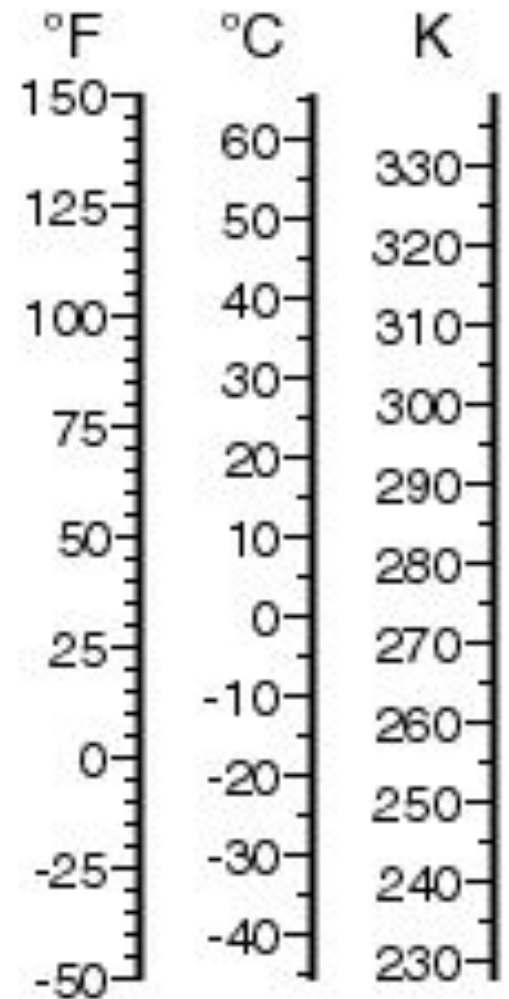


Измерение температуры

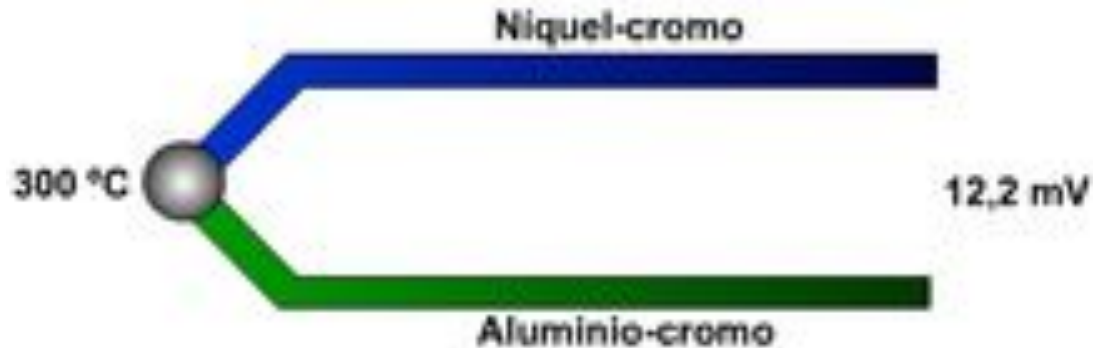
- Термометры
- Термопара
- Фотодиод
- Пирометр



Термометр Галилея



Термопара



Принцип действия основан на термоэлектрическом эффекте. Концы проводника находятся при разных температурах: между ними возникает разность потенциалов, \sim разности температур. Коэффициент пропорциональности - коэффициент термоэдс.

Фотодиод



Приёмник оптического излучения

Пирометр



Прибор для бесконтактного измерения температуры тел. Принцип действия основан на измерении мощности теплового излучения объекта.



Цветовая температура (спектрофотометрическая или колориметрическая температура; T_c) — характеристика интенсивности излучения источника света как функция длины волны в оптическом диапазоне.

Цветовая температура - температура абсолютно чёрного тела, при которой оно испускает излучение с той же хроматичностью (цветностью), что и рассматриваемое излучение.

Измеряется в кельвинах и миредах.

$$M = \frac{1000000}{T}$$

Экологическое значение тепла

- Температура занимает по своей значимости второе место после света почти во всех средах обитания.
- Связана в основном с солнечным излучением, в ряде случаев определяется энергией геотермальных источников, зависит от светопоглощительной способности почвы, облачности, холодных и теплых морских течений.
- Температура окружающей среды и температура организма.
- Оказывает непосредственное влияние на скорость и характер протекания химических реакций.

Правило Вант-Гоффа — эмпирическое правило, позволяющее в первом приближении оценить влияние температуры на скорость химической реакции в небольшом температурном интервале (обычно от 0 °С до 100 °С).

При повышении температуры на каждые 10 градусов константа скорости гомогенной элементарной реакции увеличивается в два — четыре раза:

$$V_2 = V_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

где V_2 — скорость реакции при температуре T_2 , V_1 — скорость реакции при температуре T_1 , γ — температурный коэффициент реакции.



Разнообразие температурных условий

- Тропики и субтропики - наиболее жаркие территории;
- Приполярные области - наиболее холодные;
- Амплитуда температурных колебаний на суше составляет около 125°C , в континентальных водах $30-35^{\circ}\text{C}$, в верхних слоях океана не более $10-15^{\circ}\text{C}$.

Температурные рекорды

Самая низкая температура зафиксирована **21.07.1983 г.** в Антарктике на станции «Восток»: **- 89,6 °С.**

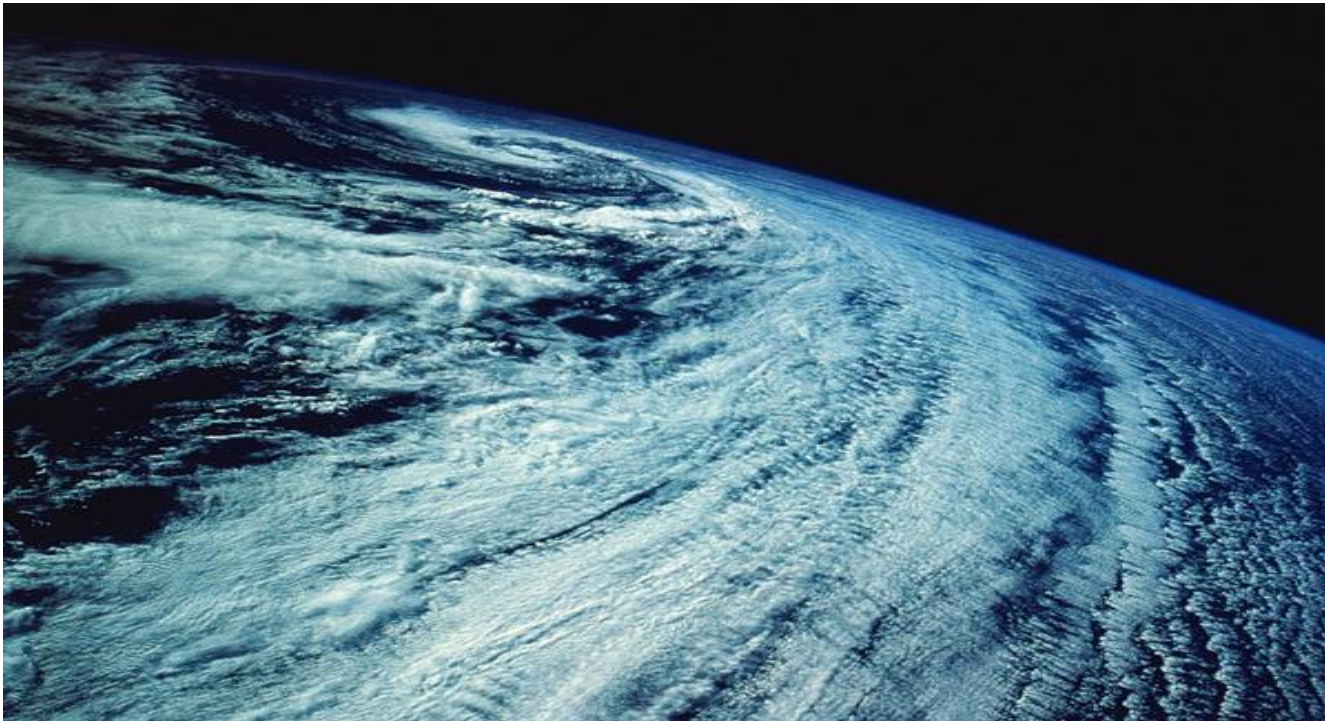
Аппаратура работала на пределе, но работникам удалось не только без потерь пережить этот день, но и сделать важные замеры.



Самая низкая **среднегодовая температура в Антарктиде в 1958 году составила $-57,8^{\circ}\text{C}$.**



27 июля 1963 года в атмосфере на высоте около 85 километров над Швецией была зафиксирована температура **-143°C** (самая холодная температура, зарегистрированная в атмосфере Земли).



Максимальная дневная температура в тени зафиксирована **13 сентября 1922 года** в Ливийской пустыне **57,8 °С**.

Пустыня Эль-Азизия никогда не отличалась подобными температурами, так как располагается в 50 километрах от Средиземного моря.

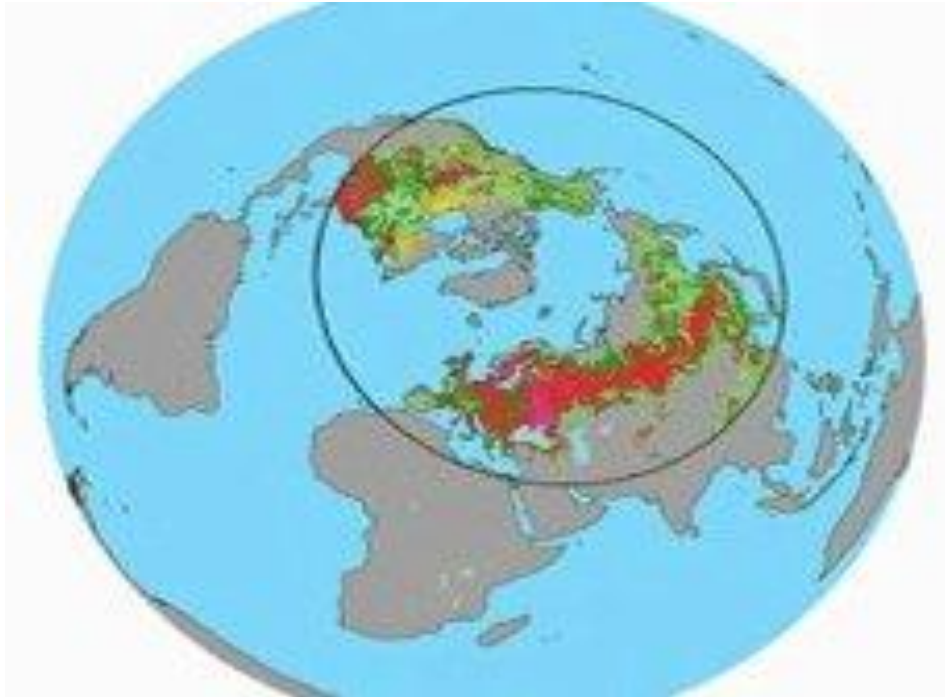


В 2005 году температура песка в Ливийской пустыне **Дашти-Лут** составляла **70 ° С**.

Одно из самых засушливых мест на планете.
Самые высокие дюны в мире (500 метров).

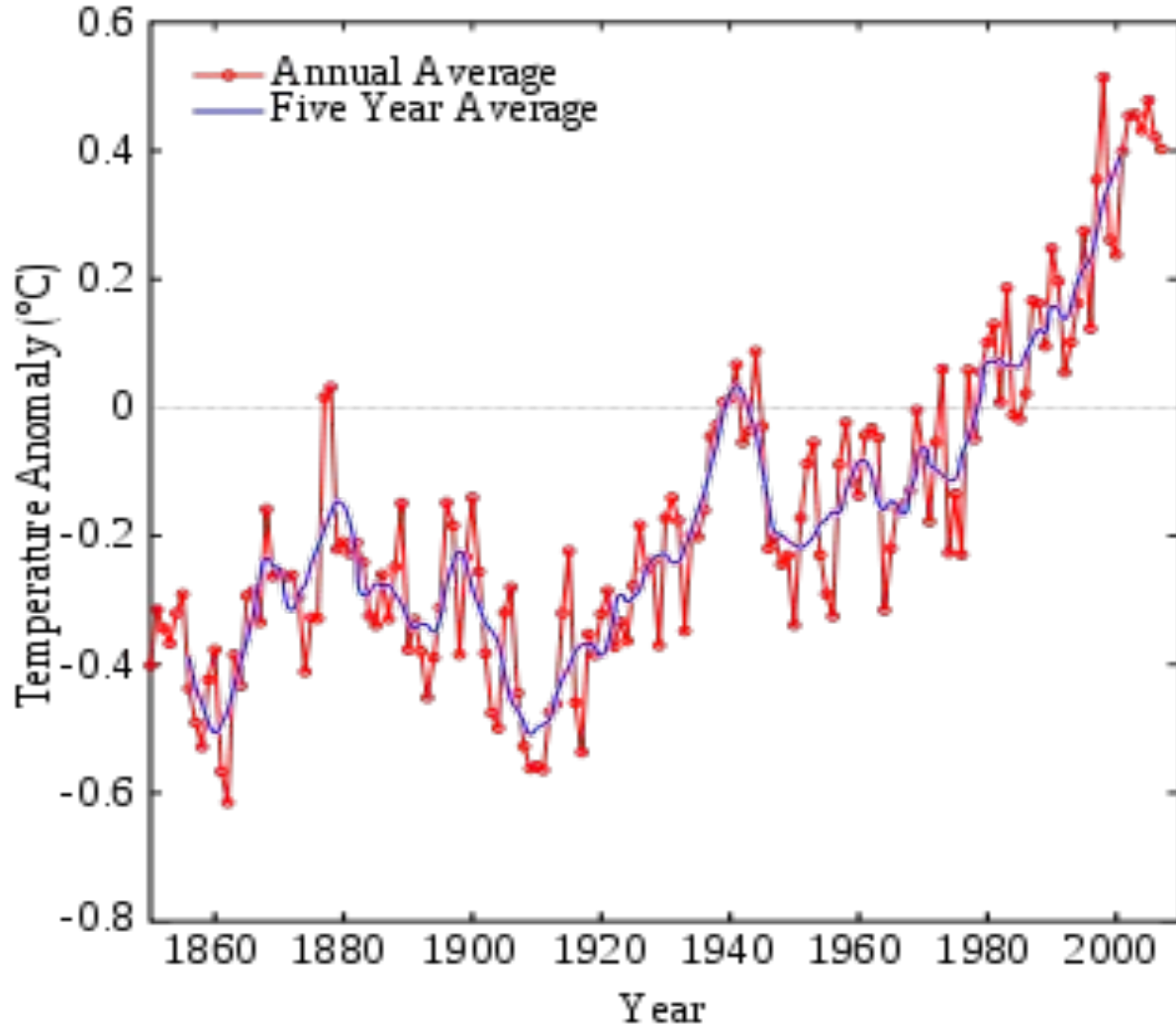


Самой высокой среднегодовой температурой отличается **Африка, вулканическая местность Даллол в Эфиопии (34,4 ° C).**



Температурная карта планеты за июль 2010 г. американского космического агентства NASA.

Самая аномальная погода прилась на европейскую часть и Дальний Восток России. Температура в этих регионах превышала историческую среднюю для этого месяца более чем на пять градусов.



Межгосударственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) ООН и национальные академии наук стран «Большой восьмёрки»: средняя температура на планете увеличилась на 0,7 °C по сравнению со временем начала промышленной революции (со второй половины XVIII века).

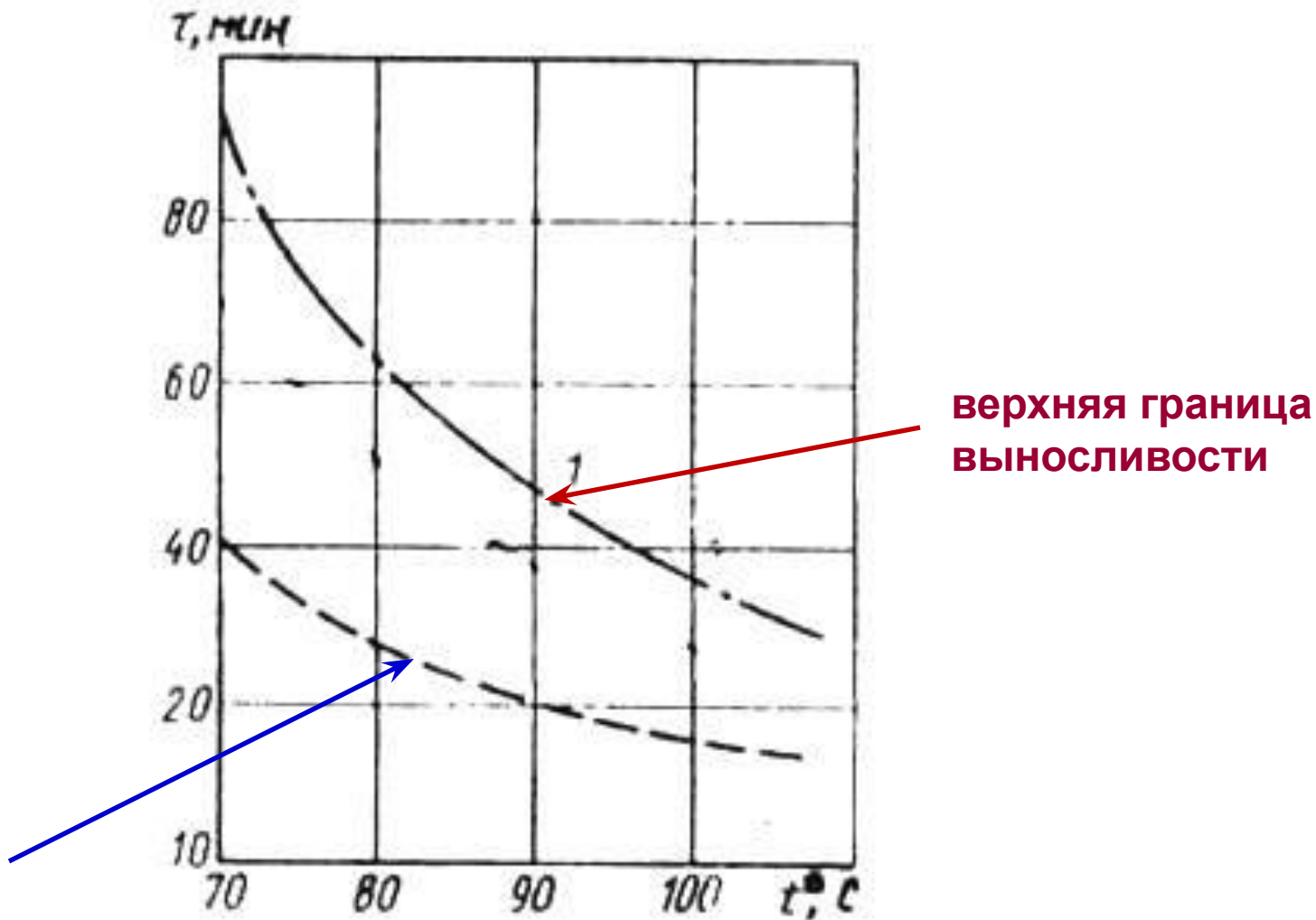
Фотографии ледника Agassiz в Национальном парке ледников (Канада) в 1913 и 2005 годах



Температура окружающей среды

- Оптимальная температура, наиболее благоприятная для жизнедеятельности и роста живых организмов - от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Бактерии горячих источников выдерживают температуру до $+88\text{ }^{\circ}\text{C}$, древесные и кустарниковые породы в Якутии до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- В регионах, где температура в течение суток и в разные сезоны сильно меняется, разнообразие видов меньше, чем в регионах с более постоянными суточными и годовыми температурами.

Переносимость высоких температур человеком в зависимости от длительности их воздействия



граница появления
симптомов перегрева

Температура тела

- Многие живые организмы способны жить при температуре тела **от 0 до 50 °C**.
- При 0 °C живая клетка может физически повреждаться образующимися кристаллами льда.
- Некоторые организмы могут сохранять активность при температуре клеток до -10 °C (моллюски, черви и др.).
- Верхний температурный предел обусловлен изменением свойств белков и их денатурацией.

Температура тела

- Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек, около $+42^{\circ}\text{C}$. Минимальная температура $+25^{\circ}\text{C}$.
- 23 февраля 1994 у 2-летней канадской девочки, проведшей 6 часов на морозе, зафиксирована самая низкая в мире температура тела — $14,2^{\circ}\text{C}$.
- При температуре тела 30°C обменные процессы замедляются на 50 %, при 25°C скорость обмена веществ уменьшается до 25 %.

Значение температуры для ЖИВОТНЫХ



- Пойкилотермные или холоднокровные,
- Гомойотермные или теплокровные,
- Гетеротермные.



Пойкилотермные животные



Не имеют постоянной температуры тела (температура близка к температуре окружающей среды).

Насекомые, пресмыкающиеся.

Реакция на температуру среды

Особенности поведения (поиск мест наиболее или наименее прогреваемых солнцем).

Сезонные различия в характере обмена веществ.

Анабиоз

- Состояние живого организма, при котором жизненные процессы замедлены и все видимые проявления жизни отсутствуют.
- Термин предложен в 1873 году немецким ученым Вильгельмом Прейером.
- Наблюдается при резком ухудшении условий существования (низкая температура, отсутствие влаги и др.). При наступлении благоприятных условий происходит восстановление жизненных процессов.
- Животные, впадающие в анабиоз, могут терять до $\frac{3}{4}$ заключённой в тканях воды.
- Явление используется для приготовления сухих живых вакцин, длительного хранения клеточных культур и др.

Гомойотермные животные

Постоянная температура тела
Млекопитающие, птицы.



Млекопитающие: $+37...+40^{\circ}\text{C}$.
Птицы: $+40...+42^{\circ}\text{C}$.



Реакция на температуру среды

- Химическая и физическая терморегуляции
- Поведенческие способы регуляции
- Морфологические адаптации



Морфологические адаптации

- **Правило Бергмана** (1847):

Животные в северных, холодных областях обитания имеют большие размеры, чем разновидности этих же видов на юге.



Правило Бергмана

- Подтверждается в 50% случаев у позвоночных животных, у птиц – в 75-90%.
- Справедливо для изменения размеров тела с высотой местности.
- Исключения: роющие млекопитающие хорошо защищены от холода, решающий фактор - количество доступной в зимнее время пищи.

Морфологические адаптации

- **Правило Аллена** (1877):

В холодных местностях, на севере или в горах у птиц, зверей – уши, клюв, хвосты и ноги – выступающие части тела короче, чем у тех же животных в южных широтах.



Гетеротермные животные

Группа гомойотермных животных, у которых периоды постоянной температуры тела сменяются периодами значительных её колебаний, зависящих от изменений температуры среды.

Непостоянство температуры тела проявляется в период спячки.

Спячка

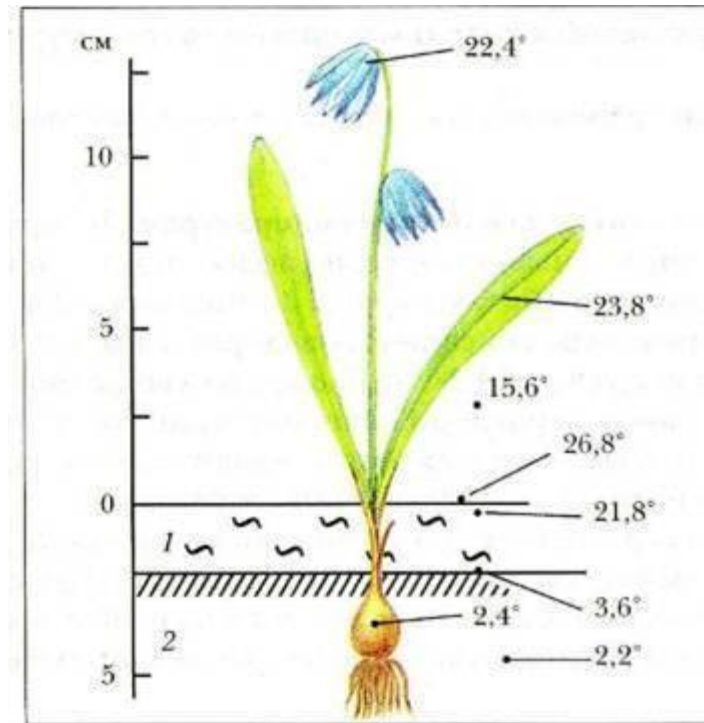
- Суточная спячка у колибри и летучих мышей.
- Сезонная спячка — зимняя (гибернация) у насекомых и грызунов, летняя (эстивация) - у пустынных животных.
- Нерегулярная — при внезапном наступлении неблагоприятных условий (стрижи, енотовидные собаки).
- Некоторые крупные млекопитающие (медведи, барсуки, еноты) впадают в зимний сон — разновидность гибернации, с меньшей степенью снижения уровня физиологических процессов и метаболизма. У бурого медведя при зимнем сне температура тела снижается с 37° до 31° °С и быстро повышается при пробуждении.

Значение температуры для растений

- Наиболее интенсивно процесс фотосинтеза идет в диапазоне температур от +15 до + 25 ° С.
- Растения не могли бы существовать, если бы не получали тепло извне.
- Больше всего тепла выделяют прорастающие семена, молодые растущие побеги, распускающиеся цветки.

Температура растения

- Чувствительные *точечные термометры*, позволяющие определять температуру любой части растения, при прикосновении.
- Разные органы растения в одно и то же время имеют разную температуру, которая может не совпадать с температурой окружающей среды.
- У степных и пустынных растений в летний солнечный день температура бывает ниже, чем температура окружающего воздуха, а у северных тундровых растений — выше.



Пролеска сибирская

Приспособления растений к высоким температурам

- Семена и целые растения лучше переносят жару в состоянии покоя.
- Многие травянистые пустынные растения в самое жаркое время переходят в состояние летнего покоя («прячутся» от жары в почве). Надземные побеги отмирают, в почве остаются корни, корневища, клубни с некоторым запасом воды и питательных веществ.

Особенности строения растений, уменьшающие нагревание

- У некоторых степных и пустынных растений **листовая пластинка повернута ребром к горячим полуденным лучам**. Лучи скользят по листу, он меньше нагревается.
- Дикий салат (**латук**) - «компасное растение».



Дикий салат

Особенности строения растений, уменьшающие нагревание

- «Медвежье ухо» густо покрыто сильно ветвящимися **светлыми волосками**.
- **Светлые волоски** рассеивают и отражают солнечные лучи, и растение не так сильно нагревается.



«Медвежье ухо»

Приспособления растений к низким температурам

- **Естественная закалка.** Перед наступлением зимы в живых клетках растений **увеличивается содержание сахаров и жиров.**
- В период весенних заморозков в растениях **вырабатываются особые вещества, помогающие перенести кратковременные холода.** Придают молодым побегам **красную, красно-фиолетовую или красно-бурую окраску.**
- Отдельные органы тундровых растений имеют **темную окраску.** У одного из видов астрагала чашечка цветка черная, покрытая черными волосками. Она сильнее нагревается солнцем, и цветок оказывается в более благоприятных тепловых условиях.

Экологические группы растений по отношению к теплу

- Термофилы или мегатермные растения

Живут и размножаются при постоянно высоких температурах среды.

Условный температурный порог: 18-20° С.

Растения дождевых тропических лесов.

Шоколадное дерево или дерево какао.

Культурные растения — рис, огурец, хлопчатник и др.



- **Мезотермные растения** – виды, предпочитающие среднегодовой температурный режим 15-20° С. Большинство растений субтропиков умеренных широт.

- **Криофилы или микротермные растения.**

Растения тундры и лесотундры, отдельные водоросли.



Эффективные температуры

- Развитие пойкилотермных животных и растений сильно зависит от температуры окружающей среды.
- Крайние минимальные и максимальные температуры, при которых возможно развитие организмов, - **нижний и верхний порог развития**.
- **Эффективная температура** – это разница между наблюдаемой температурой среды и температурным порогом развития.

Эффективные температуры

Для осуществления генетической программы развития животных с непостоянной температурой тела и растений им необходимо получать определенное количество тепла.

Количество тепла определяется **суммой эффективных температур**:

$$C = (t - t_1)n$$

t – наблюдаемая температура, t_1 – нижний порог развития, n - продолжительность развития в днях.

Эффективные температуры

Сумма эффективных температур для каждого вида растений и пойкилотермных животных – величина относительно постоянная. Обусловлена исторической приспособленностью вида к определенным условиям жизни.

Расчеты эффективных температур необходимы в практике сельского хозяйства, при борьбе с вредителями, внедрении новых видов и др.

Развитие гомойотермных животных в меньшей степени зависит от температуры окружающей среды.