

Лекція № 4

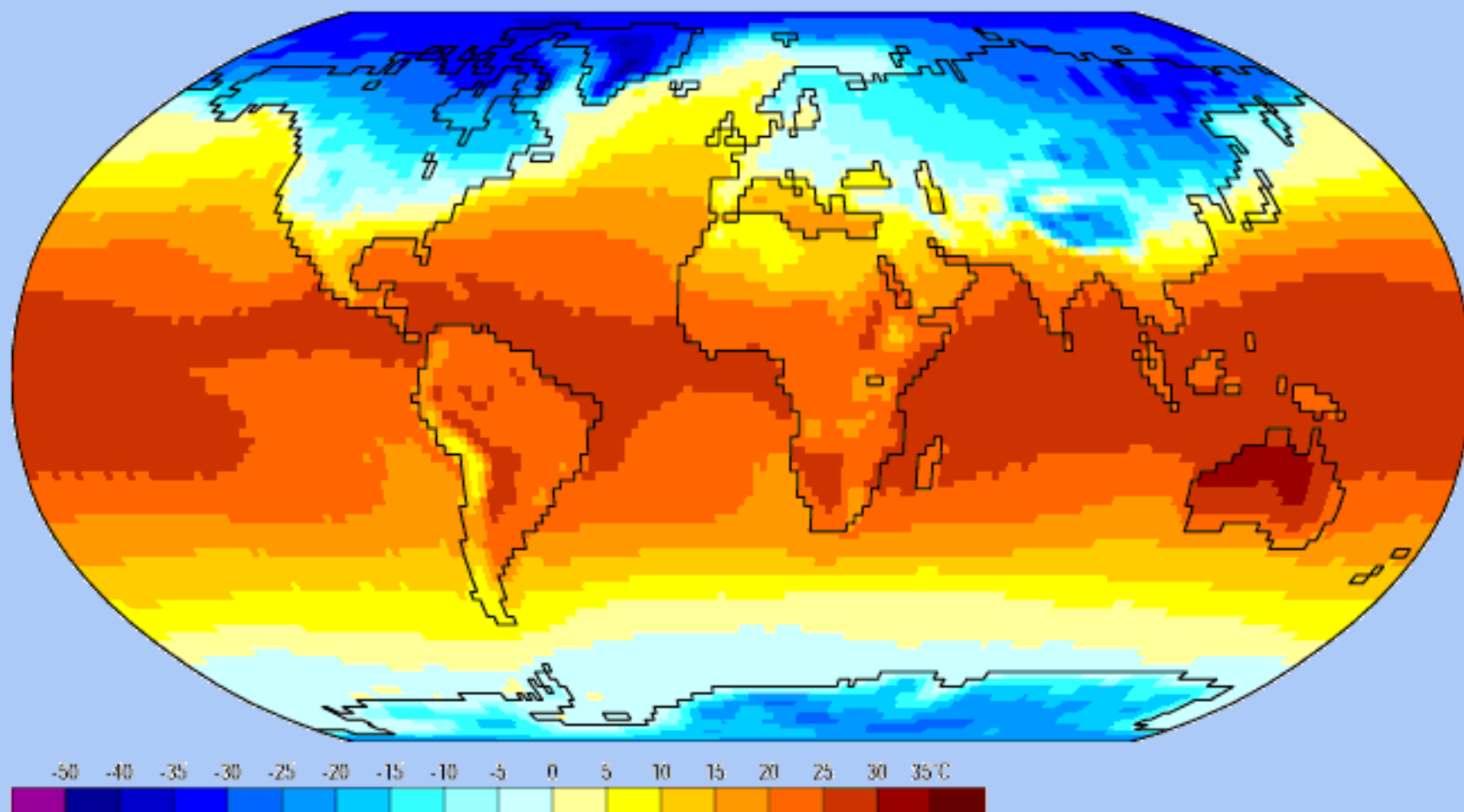
Температурний режим повітря

ПИТАННЯ:

- 1. Основні шляхи теплопередачі ґрунт – атмосфера. Вертикальний градієнт температури. Основні види вертикального розподілу температури повітря. Ізотерма. Добовий та річний хід температури повітря.**
- 2. Основні характеристики температурного режиму повітря для оцінки теплового забезпечення об'єктів сільського господарства.**
- 3. Значення та врахування температури повітря сільському господарстві.**

Air Temperature

Dec



Data: NCEP/NCAR Reanalysis Project, 1959-1997 Climatologies
Animation: Department of Geography, University of Oregon, March 2000

До основних шляхів теплопередачі грунт – атмосфера відносяться:

- ✓ теплова конвекція;
- ✓ турбулентність;
- ✓ радіаційне випромінювання тепла землею;
- ✓ адвекція;
- ✓ виділення тепла в результаті процесів конденсації та сублімації водяної пари;
- ✓ молекулярна теплопередача.

Теплова конвекція - вертикальна теплова передача до висоти 4 – 6 км за рахунок підняття вгору теплого повітря і опускання вниз холодного повітря;

Турбулентність – спіралевидне вертикальне та горизонтальне переміщення повітряних мас; вертикальна та горизонтальна теплопередача. Є два види турбулентності:

- ✓ термічна (теплова) турбулентність та теплопередача, що формується в місці стику двох повітряних мас різних за температурою;
- ✓ динамічна турбулентність – формується за рахунок перепон на шляху руху динамічної маси;

Радіаційне випромінювання тепла землею (особливо вночі) і теплопередача вертикальна до висоти 10-12 м;

Молекулярна теплопередача, що забезпечується дифузією (перемішуванням) газів до висоти 8-10 см;

Виділення тепла та передача його в атмосферу в результаті процесів **конденсації та сублімації** водяної пари;

Адвекція – це горизонтальне переміщення повітряних мас та горизонтальна теплопередача (адвекція повітряних мас = міграція живих організмів).

Вертикальний градієнт температури (ВГТ) – це величина, яка показує зміну температури по вертикалі на кожні 100 м. Середня величина ВГТ для сухого повітря складає 1° на кожні 100 метрів. Середня величина ВГТ для вологого повітря становить $0,5 - 0,6^{\circ}\text{C}$ на кожні 100 метрів. Для наших широт $\text{ВГТ} = 0,6^{\circ}\text{C}/100 \text{ м}$.

ВГТ може бути додатній – якщо температура повітря з висотою знижується.

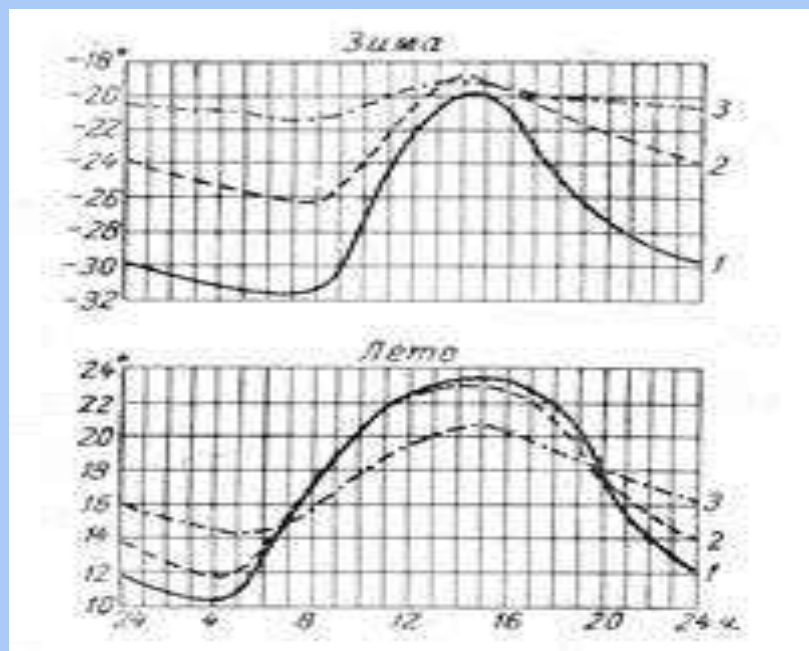
ВГТ може бути від'ємний – якщо температура з висотою підвищується.

ВГТ може дорівнювати нулю, якщо температура з висотою не змінюється.

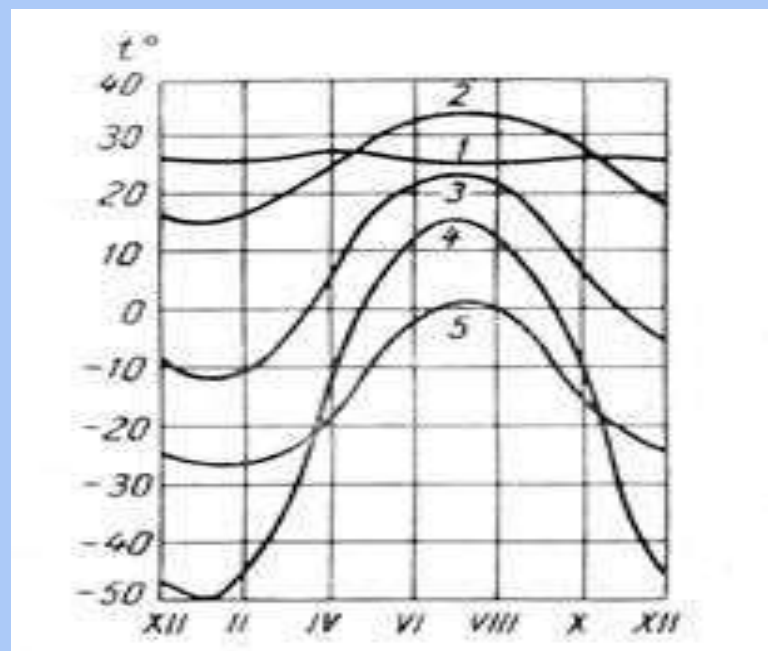
В залежності від знаку вертикального градієнту температури розрізняють три види вертикального розподілу температури з висотою:

1. *нормальний розподіл* - температура з висотою знижується ВГТ – додатний;
2. *інверсія* - температура з висотою підвищується (на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$), а ВГТ – від'ємний;
3. *ізотермія* – температура з висотою не змінюється, а $\text{ВГТ} = 0$.

Добовий та річний хід температури повітря



Графік добового ходу температури повітря.



Графік річного ходу температури повітря.

Добовий та річний хід температури повітря, періоди коливань температури повітря, амплітуди добового та річного коливань температури повітря та фактори, що впливають на їх величину співпадають з цими ж поняттями за температурою ґрунту. Єдиний виняток час настання мінімальної та максимальної температури повітря запізнюється по відношенню цих температур до температури ґрунту.

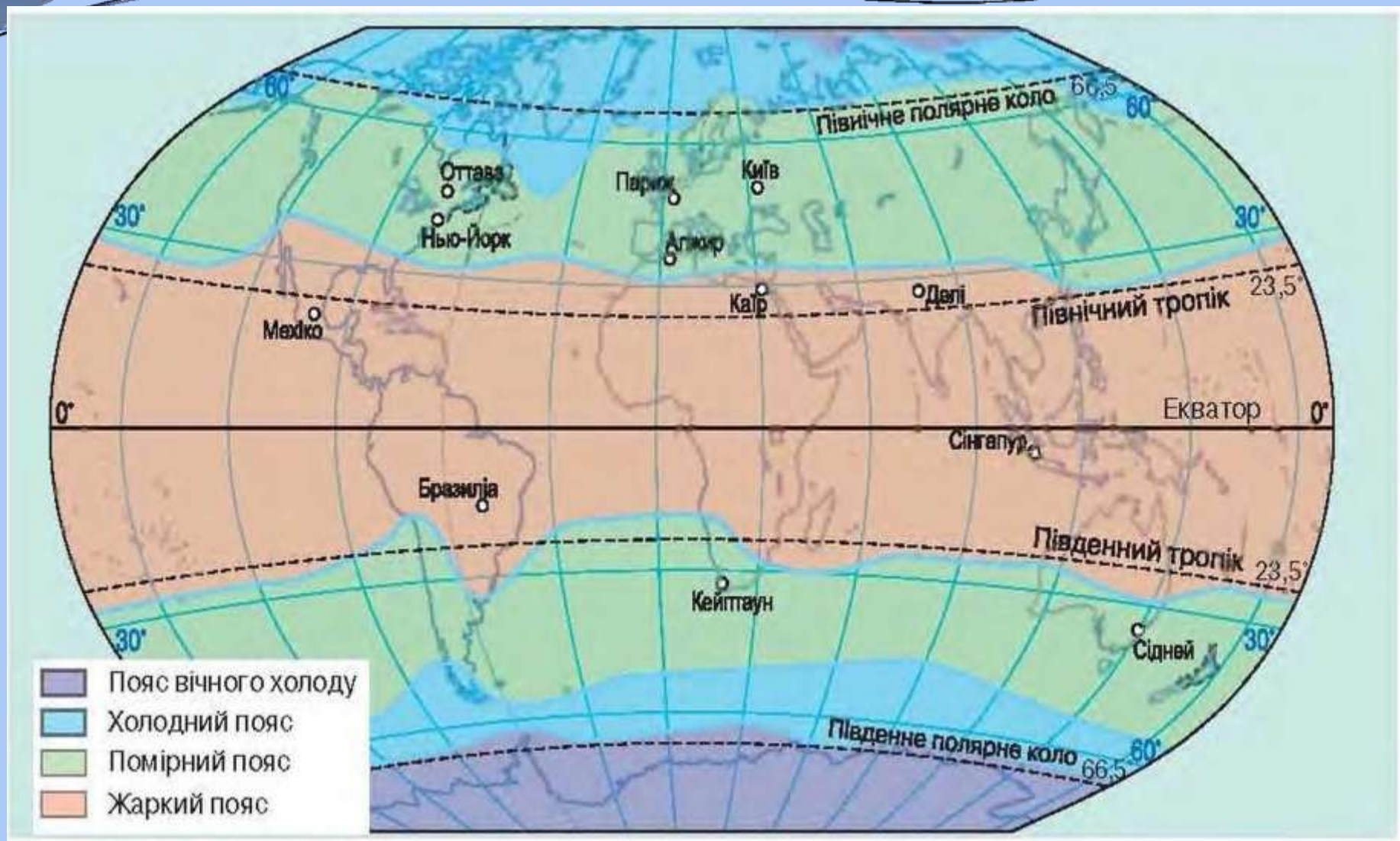
Сонячні промені протягом доби нагрівають Землю нерівномірно. Зрозуміло, що опівдні, коли Сонце в зеніті, тобто найвище над горизонтом, земна поверхня нагрівається найдужче



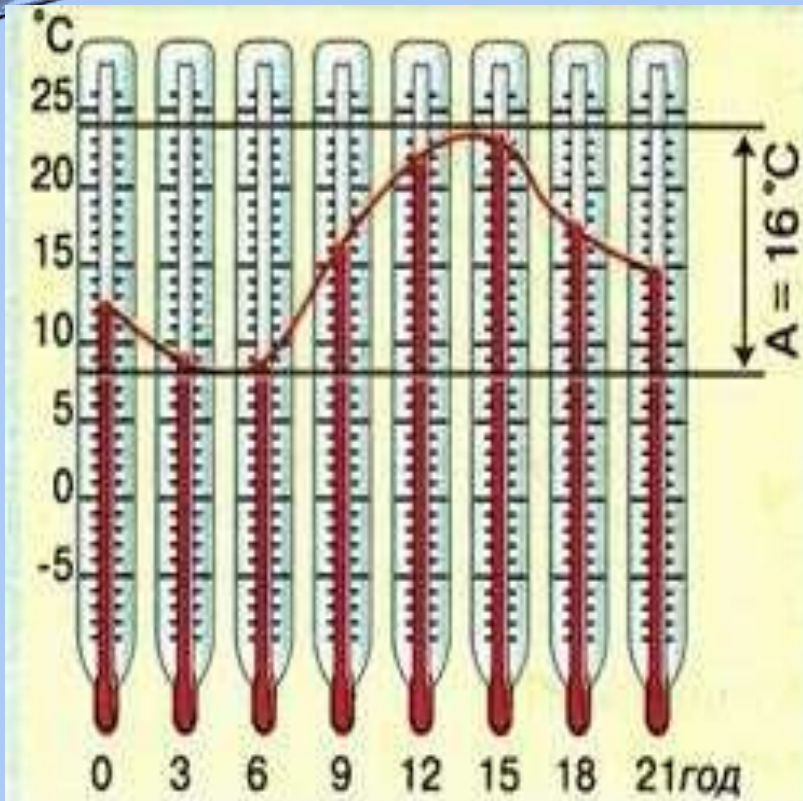
Проте найвищі температури повітря спостерігаються не опівдні, а о 14–15-й год. Це пояснюється тим, що для передачі тепла від земної поверхні потрібен час. Після полудня, незважаючи на те, що Сонце вже опускається до горизонту, повітря продовжує одержувати тепло від нагрітої поверхні ще протягом двох годин. Потім поверхня поступово охолоджується, відповідно знижується температура повітря. Найнижчі температури бувають перед сходом Сонця. Щоправда, у деякі дні такий добовий хід температур може порушуватись.

Зміна висоти Сонця в полудень за порами року.

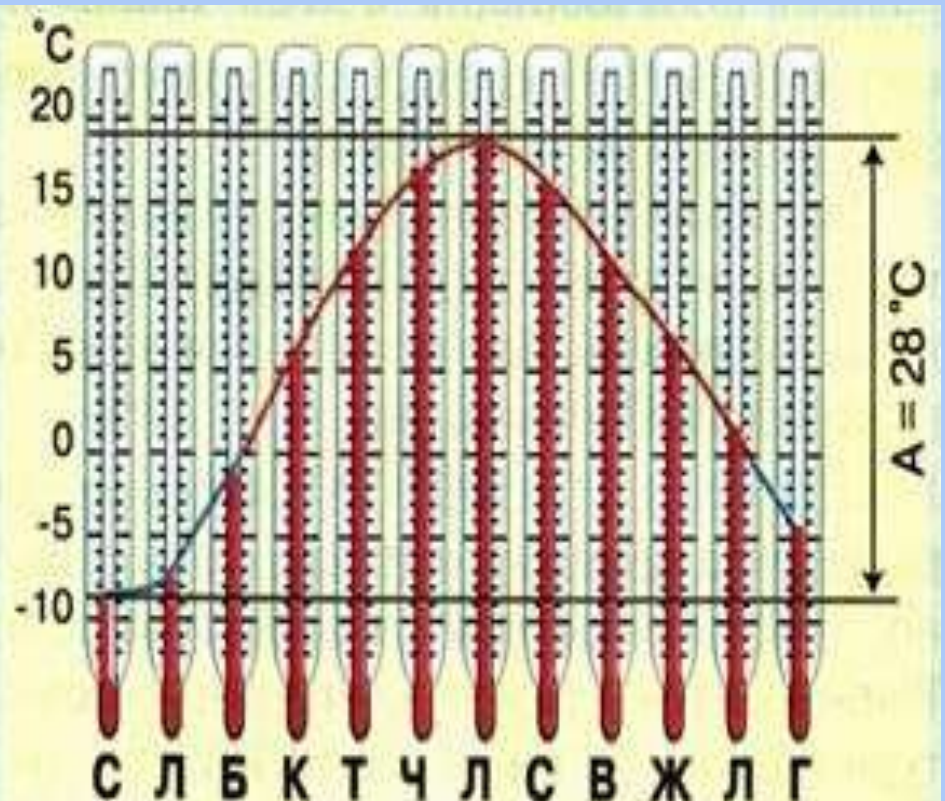




Карта теплових поясів



Добова амплітуда коливання
температури повітря



Річна амплітуда коливання
температури повітря

Визначення амплітуди коливання температури повітря.

Основні характеристики температурного режиму повітря

1. Середні температури повітря (*середньодобові, декадні, середньомісячні, середньорічні та середньобагаторічні (норми).*
2. Мінімальні та максимальні температури
3. Оптимальна температура повітря
4. Температура повітря біологічний нуль або біологічний мінімум
5. Активна температура
6. Ефективна температура
7. Баластна температура

1. **Середні температури** повітря (середньодобові, середньодекадні, середньомісячні, середньорічні та середньобагаторічні (норми).
2. **Мінімальні та максимальні температури**, як показники критичного впливу екстремальних температур на об'єкт сільського господарства
3. **Оптимальна температура** повітря – найкраща температура для будь – якого процесу.
4. Температура повітря **біологічний нуль** або біологічний мінімум – нижня межа при якій починається розвиток рослинного організму.
5. **Активна температура** – температура вища біологічного нуля для даної культури
6. **Ефективна температура** – це різниця між активною температурою і біологічним нулем або нижнім порогом розвитку шкідника
7. **Баластна** - температура вища оптимальної та несприятлива для фізіологічних процесів.

Всі культури поділяються за біологічним нулем на 3 групи:

- *не теплолюбні* (озимі) культури для яких середній біологічний нуль складає $+5^{\circ}\text{C}$ (жито, пшениця, цукрові, кормові буряки);
- *теплолюбні* (середній біологічний нуль $+10^{\circ}\text{C}$) (кукурудза, гречка);
- *досить теплолюбні* ($+15^{\circ}\text{C}$) (рис, цитрусові)

Біологічний нуль для шкідників сільськогосподарських культур має назву нижній **поріг розвитку шкідника** (для личинок у ґрунті -0°C ; шведська муха $+2^{\circ}\text{C}$; колорадський жук $+9^{\circ}\text{C}$).

Тривалість розвитку шкідника в днях (коли температура вище порогу розвитку шкідника) називається *періодом розвитку шкідника*.

Вегетаційний період – це період з температурою вище біологічного нуля для даної культури (в днях).

Період активної вегетації – це період з температурами вище $+10^{\circ}\text{C}$.

**Розподіл тривалості вегетаційного періоду та
періоду активної вегетації за зонами
України (днів)**

	$t > 5^{\circ}\text{C}$	$t > 10^{\circ}\text{C}$
Полісся	205	157
Лісостеп	210	161
Степ	220	178
Пд. Крим	260	до 220

Значення та врахування температури повітря у сільськогосподарському виробництві

- ✓ *Оптимальна температура повітря для розвитку всіх біологічних процесів*
- ✓ *Основні температурні межі фізіологічних процесів в рослині*
- ✓ *Вплив та врахування низьких температур*
- ✓ *Вплив та врахування високих температур повітря*
- ✓ *Сума активних температур*
- ✓ *Сума ефективних температур*
- ✓ *Температура повітря разом з температурою ґрунту*

Оптимальна температура повітря для розвитку всіх біологічних процесів

Температура — це «двигун життя» рослин. У ній закладений ритм росту: чим ближче умови до оптимальних, тим швидше і продуктивніше розвивається культура.

У межах оптимуму найкраще відбуваються **фотосинтез, дихання, цвітіння та плодоношення.**

Кожна культура має власні «комфортні» значення:

- пшениця, жито — **+15...+22 °C**;
- кукурудза, соняшник — **+20...+25 °C**;
- картопля — **+16...+20 °C**.

Якщо температура нижча — процеси сповільнюються (рослина «засинає»). Якщо вища — виникає стрес, рослина витрачає енергію на виживання замість росту.

У практиці аграрії враховують це для **визначення строків посіву, вибору сортів та прогнозу врожайності.**

Основні температурні межі фізіологічних процесів у рослині

Мінімальна температура – це «стартовий сигнал». Нижче цього значення рослина **не росте**. Наприклад:

- озима пшениця починає проростати вже при **+1...+2 °C**,
- кукурудза та соняшник «прокидаються» лише від **+8...+10 °C**.

Оптимальна температура – «золота середина», коли **всі процеси працюють найкраще**. У цей час фотосинтез і дихання врівноважені, рослина активно росте, утворює врожай.

Максимальна температура – «червона зона». Якщо її перевищити, ферменти руйнуються, фотосинтез зупиняється, і рослина переходить у режим виживання.

- Для пшениці критичною є межа **+35 °C**,
- для кукурудзи — близько **+40 °C**.

Таким чином, **життя рослини обмежене рамками температурного діапазону**: нижче мінімуму і вище максимуму вона не функціонує.

Для аграріїв знання цих меж — це основа **визначення строків сівби, вибору культур для регіону, прогнозу врожайності**.

Вплив та врахування низьких температур

- 1. Гальмування росту.** При зниженні температури всі фізіологічні процеси уповільнюються: фотосинтез, дихання, водообмін. Рослина «засинає».
- 2. Морозостійкість.** Деякі культури (озима пшениця, жито, ріпак) здатні витримувати навіть **-15...-20 °C** завдяки загартуванню. Це дозволяє їм перезимувати.
- 3. Пошкодження клітин.** Дуже низькі температури викликають утворення кристалів льоду всередині клітин → вони розривають тканини → рослина гине. Найбільш чутливі овочі (помідори, огірки, картопля).
- 4. Аграрне значення.**
 - фермери враховують дату **останніх весняних заморозків** для сівби теплолюбних культур (кукурудза, соняшник, соя);
 - підбирають сорти за **зимостійкістю**;
 - використовують **агроволокно, мульчування, системи обігріву садів** для захисту від заморозків.

Низькі температури — це і «ворог», і «союзник». Завдяки їм можна вирощувати озимі культури та зберігати продукцію, але неправильний вибір строків сівби чи сорту призводить до втрат урожаю.

Вплив та врахування високих температур повітря

- 1. Прискорення процесів.** При підвищених температурах фотосинтез і дихання йдуть швидше, але надто сильна спека ($> +35\text{ }^{\circ}\text{C}$) виснажує рослину.
- 2. Перегрів та стрес.** Листки втрачають вологу, закриваються продихи, фотосинтез падає $\rightarrow$ урожайність знижується. У кукурудзи це явище називають «скручуванням листків від спеки».
- 3. Випаровування та засуха.** Висока температура збільшує випаровування води з ґрунту $\rightarrow$ без зрошення культури страждають навіть на родючих землях.
- 4. Аграрне значення.**
 1. враховують «критичні температури» для культур (наприклад, для пшениці — $> +30\text{ }^{\circ}\text{C}$ під час цвітіння може зменшити урожай удвічі);
 2. застосовують зрошення, крапельний полив, мульчування для зниження перегріву ґрунту;
 3. вирощують **жаростійкі сорти** (соняшник, сорго, просо).

Висока температура — це двигун росту, але якщо «перегріти мотор», рослина переходить у режим виживання, а не розвитку.

Сума активних температур

Сума активних температур — це кількість тепла, яку рослина отримує за сезон. Розраховують як суму середньодобових температур повітря **вище $+10^{\circ}\text{C}$** (бо саме з цієї позначки починається активний ріст більшості культур). Кожна культура потребує «свій бюджет тепла». Наприклад:

- пшениця озима $\rightarrow 2000\text{--}2200^{\circ}\text{C}$,
- кукурудза $\rightarrow 2500\text{--}2800^{\circ}\text{C}$,
- соняшник $\rightarrow 2600\text{--}3000^{\circ}\text{C}$.

Якщо суми активних температур у регіоні не вистачає, урожай не визріє.

Аграрне значення.

- дає можливість підбирати оптимальні культури для вирощування в певному регіоні;
- допомагає визначити терміни сівби та збирання врожаю;
- використовується у прогнозуванні врожайності та плануванні сівозмін.

Сума ефективних температур

Сума ефективних температур — це «корисне тепло», яке реально витрачається рослиною на ріст і розвиток.

Її рахують так: із середньодобової температури віднімають **біологічний мінімум** (наприклад, для пшениці $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, для кукурудзи $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Напр.: якщо середньодобова температура $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$, а для кукурудзи мінімум $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$, то «ефективна температура» дорівнює $+8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Цей показник точніше відображає, **скільки тепла культура реально може використати**. Адже не все тепло однаково цінне для рослин.

Аграрне значення.

- допомагає передбачити **тривалість вегетаційного періоду** культури;
- дає змогу визначити, чи зможе культура **повністю дозріти в даному регіоні**;
- використовується в **агрокліматичному районуванні** — тобто для підбору культур за кліматичними зонами;
- важливий у **селекції** для створення сортів з різною теплолюбністю.

Температура повітря разом із температурою ґрунту

Рослини живуть на межі двох середовищ — повітря і ґрунту. Від того, яка температура в обох середовищах, залежить **одночасно і фотосинтез, і розвиток кореневої системи.**

Температура повітря - визначає інтенсивність фотосинтезу, випаровування вологи (транспірації) та швидкість росту надземних органів. Наприклад, при прохолодній погоді рослина уповільнює ріст листків, а при високих температурах — швидко втрачає воду.

Температура ґрунту - це ключ до проростання насіння та роботи коренів. Насіння багатьох культур не проросте, поки ґрунт не прогріється до певного мінімуму (+5 °С для зернових, +10 °С для кукурудзи). Також холодний ґрунт знижує активність мікроорганізмів і уповільнює надходження поживних речовин.

Синергія двох температур

Оптимальний розвиток можливий лише тоді, коли **повітря і ґрунт “співпрацюють”**. Наприклад:

- тепле повітря + холодний ґрунт → сходи слабкі, корені розвиваються повільно;
- теплий ґрунт + прохолодне повітря → добре розвивається коріння, але листки ростуть повільно;
- оптимальна температура обох середовищ → гармонійний розвиток і висока врожайність.