

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра кормовиробництва меліорації і метеорології

МЕТЕОРОЛОГІЯ І КЛІМАТОЛОГІЯ

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

**для виконання лабораторних робіт студентами
факультету захисту рослин, біотехнологій та екології**

Напрямок підготовки фахівців 101 - Екологія,

ОС «Бакалавр»



Київ 2018

УДК 631: 551.5

Робочий зошит для виконання лабораторних робіт навчальної дисципліни «Метеорологія і кліматологія» для підготовки фахівців ОС „Бакалавр” напряму 101 “Екологія” у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації.

Рекомендовано Вченою радою Агробіологічного факультету НУБіП України .

Укладачі: .к. г., доцент Скриник О.А
к.с-г. н., доцент Ярош А.В.
асистент Горбатенко Л.Ю.

Рецензенти: д.б.н., професор, член кориспонтент НААН України Доля М.М.
к.с-г.н., доцент Міняйло А.А.

Навчальне видання

Метеорологія і кліматологія

Робочий зошит

для виконання лабораторних робіт студентами факультету захисту рослин, біотехнологій та екології, фахівців ОС „Бакалавр” напряму 101 “Екологія ” у вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації

Укладачі: СКРИНИК ОЛЕСЯ АТАНАСІЇВНА
ЯРОШ АННА В’ЯЧЕСЛАВІВНА
ГОРБАТЕНКО ЛІНА ЮРІЇВНА

Відповідальний за випуск: Горбатенко Л.Ю.

Підписано до друку. Формат 60x84 1/16.

Ум. друк арк. 2,75

Наклад 100 примірників.

Зам №

Видавничий центр НУБіП України

03041, Київ - 41, вул. Героїв Оборони, 15.

т. 527-80-49, к.117

КОРОТКА ІНСТРУКЦІЯ З ПРАВИЛ РОБОТИ І ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ В ЛАБОРАТОРІЇ «АГРОМЕТЕОРОЛОГІЇ І МЕЛІОРАЦІЇ»

Прилади та устаткування, що використовуються для виконання більшості лабораторних робіт можуть мати певну небезпеку для самого виконавця та оточуючих.

Задля уникнення цього, необхідно дотримуватись таких правил:

- *починати виконання лабораторного завдання дозволяється тільки після детального вивчення та опанування теоретичної частини;*
- *не дозволяється виконувати операції, що не описані в роботі;*
- *з усіх незрозумілих питань звертатися за порадою до викладача;*
- *під час виконання роботи в лабораторії заборонено їсти, пити, та бешкетувати;*
- *дотримуватись правил безпеки при роботі з електроприладами;*
- *щодо проблем в роботі приладів необхідно негайно повідомляти викладача;*
- *у разі нещасного випадку негайно повідомити викладачу;*
- *по завершенню дослідів привести робоче місце та обладнання у належний стан;*
- *по закінченню лабораторної роботи необхідно вимкнути прилади і перевести обладнання в безнапівний стан.*

З інструкцією ознайомився, студент(ка) _____ курсу, _____ групи.

(підпис)(П.І.Б.)

Лабораторна робота №1
АТМОСФЕРА, БУДОВА ТА СКЛАД
ЕКОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ АТМОСФЕРИ

Мета: Ознайомитись з будовою, складом та екологічними функціями атмосфери Землі

Атмосфера- (від грец. “*atmos*” – пара + *сфера* - куля) - це газоподібна оболонка, що оточує земну кулю та утримується навколо неї силою земного тяжіння.

Завдання 1. Розглянути будову атмосфери Землі

Будова атмосфери – це розподіл атмосфери на головні та перехідні шари по вертикалі, неоднорідні за властивостями.

Таблиця 1.1

ШАРИ АТМОСФЕРИ	ВИСОТА /ПРОТЯЖНІСТЬ	ОПИС
Тропосфера		
Стратосфера		
Мезосфера		
Термосфера		
Екзосфера		

Завдання 2. Визначити суть терміну «парниковий ефект», його причини та наслідки.

Парниковий ефект це: _____

Завдання 3. Ознайомитись з загальними властивостями та складом атмосфери.

3.1 заповнити таблицю:

Таблиця 1.2

Газ	Молекула	Об'ємний вміст, %
Азот		
Кисень		
Аргон		
Вуглекислий Газ		
Неон		
Гелій		
Метан		
Кріптон		
Водень		
Ксенон		
Озон		
Сухе повітря		

3.2. біологічне і екологічне значення основних складових частин повітря:

Азот – _____

Кисень – _____

Вуглекислий газ – _____

Водяна пара – _____

Озон – _____

Висновок: Значення атмосфери в екосистемі планети.

Дата виконання _____

Підпис викладача _____

Лабораторна робота №2

ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКІВ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ

Мета: Навчитися користуватися актинометричними приладами і методикою вимірювання радіації.

Обладнання: піранометр, геліограф, альбедометр, балансомір, люксметр.

Завдання 1. Ознайомитись з будовою і принципом дії приладів для вимірювання радіації. Вивчити методику вимірювання сонячної радіації.

Актинометр Янішевського



Піранометр



Геліограф



Балансомір



Люксметр



Завдання 2. Визначити інсоляцію (додаток 1) на поверхні північного та південного схилів крутизною (α) 10° за таких умов:

Умова	В а р і а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S, Вт/м ²	538	733	558	655	820	725	410	590	694	715
h ₀	45	60	35	70	80	55	50	65	30	75

інтенсивність (S)

інсоляція (S')

$$S' = S \cdot \sin h_0$$

При визначенні величини інсоляції прямої сонячної радіації на південний або північний схили користуються такими формулами:

$$S'_{\text{пд. схилу}} = S \cdot \sin(h_0 + \alpha); \quad S'_{\text{пн. схилу}} = S \cdot \sin(h_0 - \alpha),$$

де h₀ – висота Сонця над горизонтом; α – крутизна схилу, градус.

Завдання 3. Обчислити кількість тепла, що поглинається за таких умов:

Умова	В а р і а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S, Вт/м ²	625	555	428	760	840	530	690	764	345	490
Д, Вт/м ²	200	456	300	220	160	450	310	250	620	500
h ₀	40	50	60	30	20	55	45	70	30	40

Сумарна радіація (Q) являє собою суму прямої (S') і розсіяної (Д) радіації, тобто:

$$Q = S' + Д, \text{ або } Q = S \cdot \sin h_0 + Д$$

Завдання 4. Обчислити радіаційний баланс для зеленого насадження за наступними даними:

Умова	В а р і а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S', Вт/м ²	410	280	540	350	510	360	400	260	550	610
Д, Вт/м ²	320	510	420	365	285	600	575	720	380	150
A _к , %	19	15	25	20	16	23	18	17	22	25
E _з , Вт/м ²	200	320	150	200	180	250	400	250	100	320
E _а , Вт/м ²	100	150	80	120	150	120	250	100	50	180

Різницю між надходженням і витратами радіації називають **радіаційним балансом**, або **залишковою радіацією (В)**. Рівняння радіаційного балансу має такий вигляд:

$$B = S' + D - R_k - E_z + E_a \text{ або } B = Q(1 - A_k : 100) - E_{\text{ef}}$$

Відбита радіація (R_к) – частина сонячного випромінювання, яке відбивається земною поверхнею.

Альbedo (A_к) – відношення відбитої радіації до сумарної, виражається в частинах одиниці (з точністю до сотих) або у відсотках.

$$A_k = R_k \cdot 100 : Q.$$

Частина сумарної радіації, яка поглинається земною поверхнею, називається **поглинутою радіацією (R_п)**:

$$R_p = Q - R_k \text{ або } R_p = Q (1 - A_k : 100)$$

Витрати променистої енергії (крім відбитої радіації) відбуваються також за рахунок **ефективного випромінювання (E_{ef})**. Воно являє собою різницю між власним випромінюванням земної поверхні (E_з) і зустрічним випромінюванням атмосфери (E_а):

$$E_{\text{ef}} = E_z - E_a$$

Завдання 5. Визначити фотосинтетичноактивну радіацію (ФАР) за вегетаційний період основних озимих культур і порід дерев на території України за такими даними:

Умова	В а р і а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ΣS^1 , мДж/м ²	2000	2800	1900	2250	1600	3100	2600	2300	3000	1700
ΣD , мДж/м ²	1200	1020	1000	1200	2000	950	800	1500	850	1300

Фотосинтетичноактивна радіація (ФАР) розраховується за формулою:

$$\Sigma Q_{\text{фар}} = 0,43 \Sigma S' + 0,57 \Sigma D$$

Лабораторна робота №3

ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ҐРУНТУ

Мета: Ознайомитись з метеорологічними термометрами і методикою вимірювання температури повітря та ґрунту.

Обладнання: Комплект метеорологічних термометрів: строковий ртутний термометр, максимальний термометр, мінімальний термометр, психрометричний термометр. Колінчастий термометр, строковий ртутний термометр, максимальний термометр, мінімальний термометр, термометр-щуп.

Завдання 1. Дати загальну характеристику приладів та обладнання, що використовуються для виміру температури повітря:

1.1. Вивчити роботу приладів, для кожного з них визначити:

- а) сферу застосування, призначення;
- б) тип термометра;
- в) ціну поділок, діапазон виміру температури.

До поверхневих термометрів належать:

Строковий (терміновий) ТМ-3 – для визначення температури поверхні ґрунту у строк спостереження

Мінімальний ТМ-2 – для визначення найнижчої температури за певний проміжок часу (між строками спостереження)

Максимальний ТМ-1 – для визначення найвищої температури за певний проміжок часу (між строками спостережень)

До глибинних термометрів належать:

Колінчасті (ТМ-5) – для визначення температури на глибинах 5, 10, 15 і 20 см у строк спостереження (термометри Савінова)

Витяжні (ТПВ-50) – для визначення температури на глибинах 20, 40, 80, 160 і 320 см (в строк спостереження)

Термометр - щуп (АМ-6) – для визначення температури в польових умовах на глибині від 3 до 30 см (можна до 50 см) у строк спостереження

Електротермометри (АМ-2М) – для визначення температури на глибині вузла кущення

Максимально-мінімальний (АМ-17) – для визначення максимальної і мінімальної температури у строк спостережень на різних глибинах орного шару

Завдання 3. Визначити глибину промерзання ґрунту (проникнення температури 0°C у ґрунт) при наступному розподілі температури:

Глибина ґрунту, см	В а р і а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	-4,1	-1,0	-7,3	-1,5	-1,2	-6,4	-3,8	-9,0	-1,1	-4,1
20	-3,3	-0,5	-6,6	-0,8	-0,1	-4,5	-1,5	-7,1	-0,2	-2,2
40	-2,1	0,4	-4,2	1,1	1,4	-2,0	-0,4	-4,3	1,2	-0,3
80	-1,1	1,5	-2,1	1,6	1,8	0,2	2,4	-0,9	2,9	2,4
160	0,9	2,8	0,6	3,3	4,5	3,9	5,1	1,9	6,1	4,7
320	4,4	6,9	5,0	7,1	7,5	5,6	8,4	4,6	8,5	6,3

Наводимо приклад. Обчислити глибину проникнення в ґрунт температури 0° (глибину промерзання ґрунту) розрахунковим та графічним методами, використовуючи такі дані:

Глибина ґрунту, см	00	20	40	80	160	320
Температура, °C	-6,0	0,9	1,6	2,8	4,4	7,3

При визначенні глибини промерзання ґрунту необхідно знайти ту глибину, де температура становить нуль градусів.

Розрахунковий метод (метод складання простої пропорції).

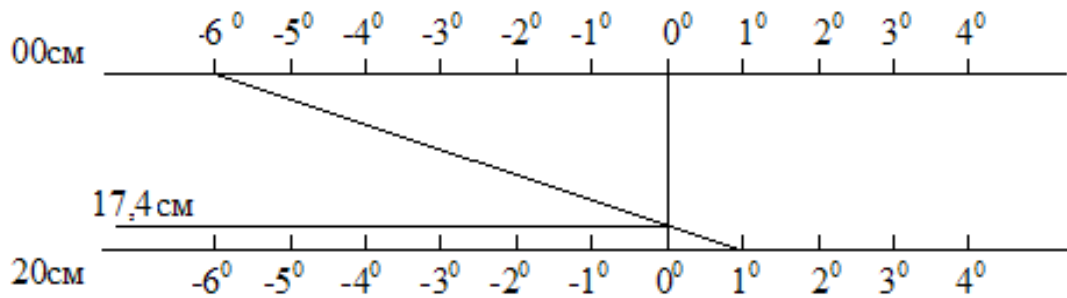
Температура ґрунту нуль градусів проходить у шарі від 0 до 20 см і змінюється на 6,9° (від -6,0 до +0,9°). Визначимо, на скільки сантиметрів треба заглибитись у ґрунт, щоб температура підвищилась на 6°, тобто щоб вона досягла 0°. Для цього складаємо пропорцію:

$$20\text{см} - 6,9^\circ \quad x \text{ см} - 6,0^\circ \quad \text{звідси } x = 20 \cdot 6,0 : 6,9 = 17,4 \text{ см.}$$

Тобто, від поверхні ґрунту (00см) ми повинні опуститись на 17,4 см, щоб досягнути температури 0°. Глибина промерзання буде становити 00см + 17,4см = 17,4см.

Графічний метод. Для цього в масштабі 1см глибини дорівнює 1мм, а 1° – 1 см на міліметровому папері проводять дві горизонтальні лінії на відстані, яка відповідає товщині шару ґрунту, де відбувається перехід температури від мінусової до плюсової.

На горизонтальних лініях відкладають температуру (шкали повинні збігатися), потім відмічають точками на верхній лінії мінусову температуру, яка була на поверхні ґрунту мінус 6,0 °C, а на нижній лінії – плюсову, яка була на нижній межі шару (0,1). Відмічені точки з'єднуються прямою лінією і додатково проводять вертикальну лінію між 0 °C обох температурних шкал. Лінії претнуться, а точка перетину покаже нульової температури в ґрунті.



Інструментальний метод застосовують у польових умовах для визначення глибини промерзання ґрунту із використанням мерзлотоміра Даниліна.

(міліметровий папір див. в додатках)

Завдання 4. Ознайомитись з приладами для вимірювання температури повітря *Психрометричні* (“сухий” і “змочений”) *ТМ-4* або *ТМ-6* – завжди використовують у парі і складають психрометр, за допомогою якого одночасно, крім температури, визначають характеристики вологості повітря.

Максимальний ТМ-1 - для вимірювання максимальної температури між строками спостереження.

Мінімальний ТМ-2 – для вимірювання мінімальної температури між строками спостереження.

Термограф – М-16 - для безперервної реєстрації температури повітря.

Лабораторна робота №4

ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

ВОДА В АТМОСФЕРІ

КЛАСИФІКАЦІЯ ОПАДІВ

Мета: Ознайомитись з методикою визначення характеристик вологості повітря, вимірювання атмосферних опадів. Кругообіг води на планеті.

Обладнання: Психрометр аспіраційний, психрометр електричний, гігрометр побутовий, гігрометр волосяний, гігрограф-самописець волосяний.

Завдання 1. Ознайомитись з двома основними методами прогнозу вологості атмосферного повітря:

а) основи гігрометричного методу, основні прилади:

б) основи психрометричного методу, основні прилади:

Завдання 2. Описати основні принципи роботи приладів для вимірювання характеристик вологості повітря. Навчитися користуватися психрометричними таблицями.

Таблиця 1.3

Назва приладу	характеристика
Психрометр станційний	
Психрометр аспіраційний	
Гігрометр волосяний, плівковий	
Гігрограф М-21	

2.1 освоїти принцип використання психрометричної таблиці

Психрометрична таблиця

Покази сухого термометра, °C	Різниця показів сухого і вологого термометрів, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	82	63	45	28	11	—	—	—	—	—
2	100	84	68	51	35	20	—	—	—	—	—
4	100	85	70	56	42	28	14	—	—	—	—
6	100	86	73	60	47	35	23	10	—	—	—
8	100	87	75	63	51	40	28	18	7	—	—
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	4	—
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	—
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25	17	9
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22	15
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34	26	20
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31
26	100	92	85	78	71	64	58	50	45	40	34
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42	37
30	100	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39

Відносна вологість, %

Завдання 3. Визначити характеристики вологості повітря (e , a , d , t_d), використавши покази гігрометра і строкового термометра:

Умова	В а р і а н т									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$f, ^\circ\text{C}$	66	29	76	54	87	45	90	61	45	82
$t, ^\circ\text{C}$	16,6	21,2	18,5	25,6	19,8	27,1	17,4	19,4	26,5	22,3

Абсолютна вологість (a) – це кількість водяної пари (у грамах), яка міститься в одному кубічному метрі повітря ($\text{г}/\text{м}^3$).

Пружність водяної пари (e) – це тиск водяної пари (в міліметрах, у мілібарах або гектопаскалях), яка перебуває в повітрі. Між “ a ” і “ e ” існує співвідношення:

$$a = \frac{1,06 \cdot e}{1 + 0,004 \cdot t}, \quad a = \frac{0,8 \cdot e}{1 + 0,004 \cdot t},$$

В (1) “ e ” виражене в *мм.рт.ст.*, а у (2) – в *гПа* або *мбар*.

Коли спостереження здійснюють за допомогою психрометрів (станційного або аспіраційного), то пружність водяної пари можна обчислити за формулою:

$$e = E' - A p (t - t') \text{ мбар,}$$

де E' – пружність насичуючої водяної пари при температурі змоченого термометра, гПа або мбар . Знаходимо E' за t' і додатком 3;

t і t' – температура сухого і змоченого термометрів, $^{\circ}\text{C}$;

p – атмосферний тиск, гПа , (мбар) ($p = 1000 \text{ мбар}$ або гПа);

A – коефіцієнт, рівний для станційного психрометра 0,0008, а для аспіраційного – 0,00066 (у закритих приміщеннях 0,0008).

Відносна вологість (f) – відношення пружності водяної пари (e), яка є в повітрі, до максимально можливої пружності (E) при даній температурі, визначена у відсотках.

Вона обчислюється за формулою:

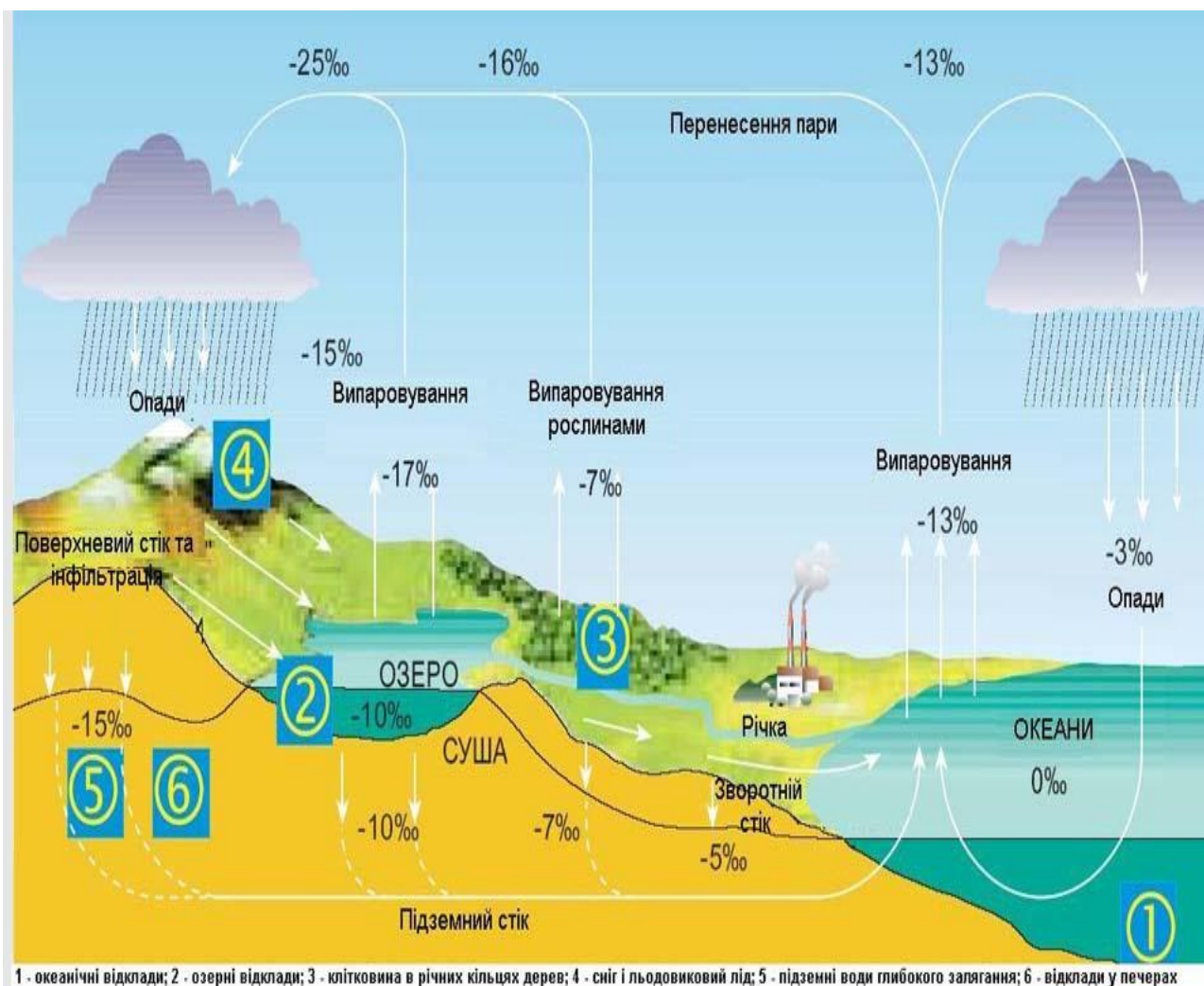
$$f = \frac{e}{E}, \%$$

Дефіцит вологості або нестача насичення (d) – це різниця між максимальною і фактичною пружністю водяної пари при даній температурі:

$$d = E - e, \text{ гПа, мбар.}$$

Точка роси (t_d) – це температура, при якій водяна пара, що є в повітрі, при незмінному загальному атмосферному тиску досягає повного насичення.

Завдання 3. Кругообіг води на планеті



Завдання 4. Ознайомитись з приладами для вимірювання кількості атмосферних опадів

Опадомір Третьякова

Дощомір польовий (Давітая)

Дощомір ґрунтовий

Плювіограф

Ваговий снігомір

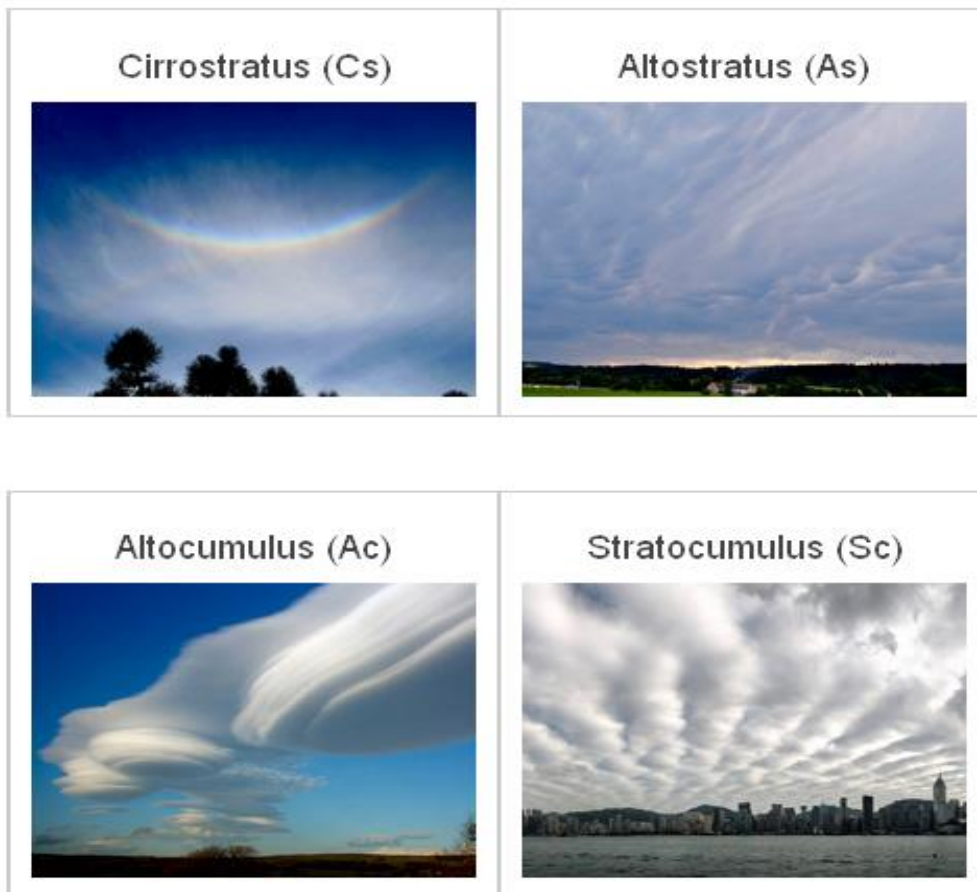
Завдання 5. Розглянути класифікацію опадів. Визначити роль опадів, як екологічного чинника.

5.1. Заповнити таблицю: значення середнього «часу життя» домішки

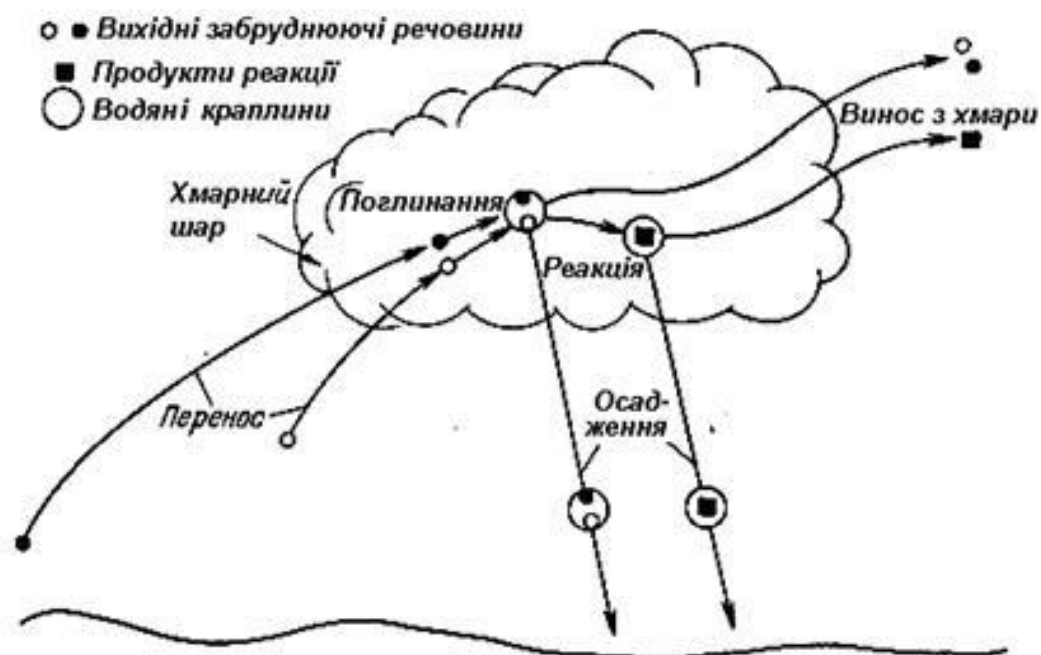
Таблиця 1.4.

Види опадів або область існування	«Час життя», години
Мряка	
Слабкий дощ	
Помірний дощ	
Сильний дощ	
Шаруваті хмари	
Шарувато-дощові хмари	
Висококупчасті і шарувато-купчасті хмари	
туман	

Завдання 6. Ознайомитись з міжнародною класифікацією хмар



6.1 Розглянути схему процесу самоочищення атмосфери за участю хмарного покриву.



Лабораторна робота №5

АТМОСФЕРНИЙ ТИСК

ВІТЕР, ЗАГАЛЬНА ЦИРКУЛЯЦІЯ АТМОСФЕРИ

Мета: Ознайомитись з приладами і методикою вимірювання атмосферного тиску та характеристик вітру, загальною схемою циркуляції атмосфери


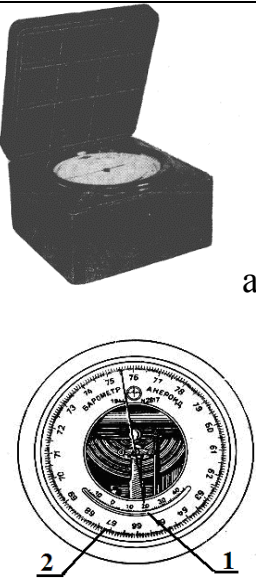
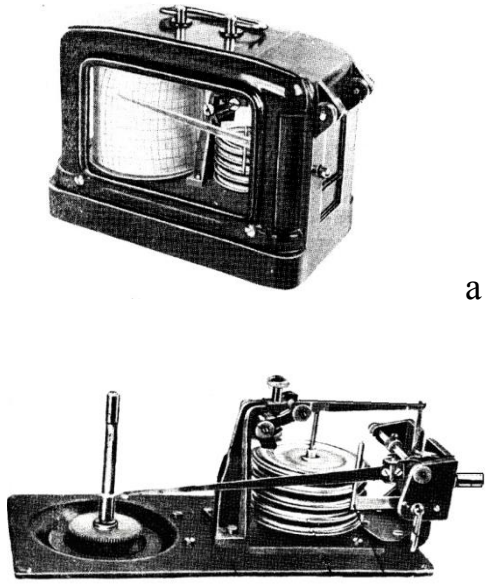
Обладнання: Барометр-анероїд, барограф, ртутний барометр, флюгер Вільда, ручний анемометр.

Завдання 1. Розглянути прилади для визначення характеристик атмосферного тиску.

Ртутні барометри

Барометри-анероїди

Барограф

		
<p>Барометр ртутний</p>	<p>зовнішній вигляд (а); циферблат (б): 1 – термометр; 2 – шкала</p>	<p>Барограф: зовнішній вигляд (а); механізм (б).</p>

Завдання 2. Розглянути прилади для визначення характеристик вітру.

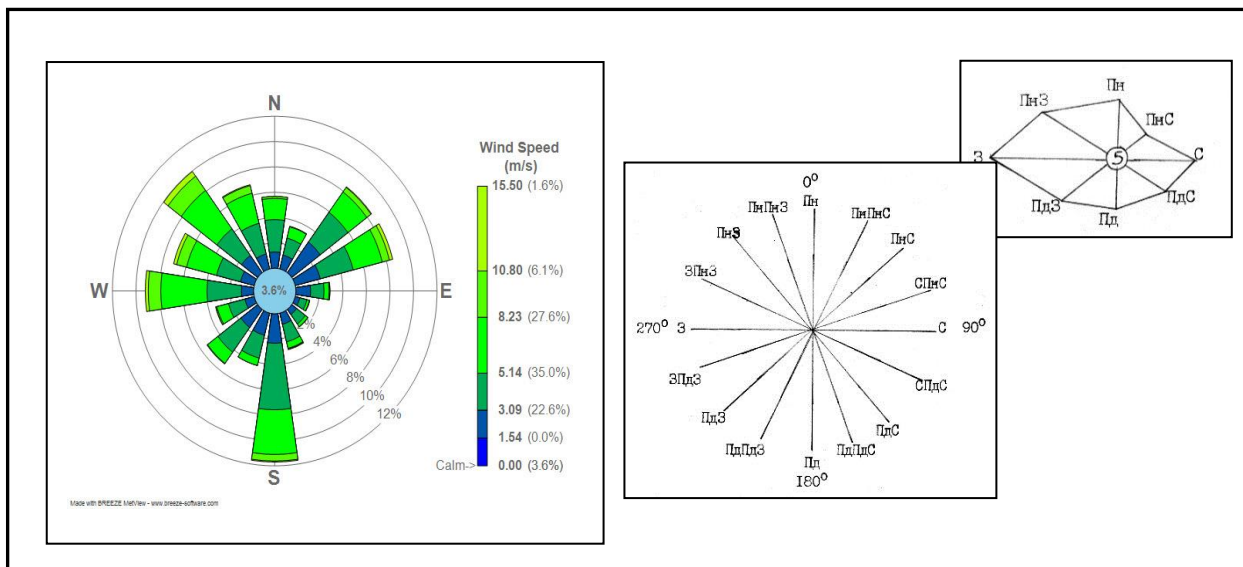
Флюгер Вільда

Анеморумбометр М – 47

Анеморумбограф М-63 МР

Ручний анемометр МС-13

Завдання 3. Охарактеризувати схему роза вітрів



Завдання 4. Розглянути схему загальної циркуляції атмосфери



Лабораторна робота №6

КЛІМАТ

Мета: Розглянути кліматичні системи, кліматоутворюючі процеси та чинники.

Завдання 1. Заповнити таблицю, основні кліматоутворюючі чинники:

Таблиця 1.5.

природні	антропогенні

Завдання 2. Розглянути та охарактеризувати схему



Завдання 3. Провести характеристику кліматоутворюючих процесів

1.1 теплообмін складається з:

Завдання 4. Описати кліматоутворюючі чинники

Таблиця 1.6.

зовнішні	внутрішні

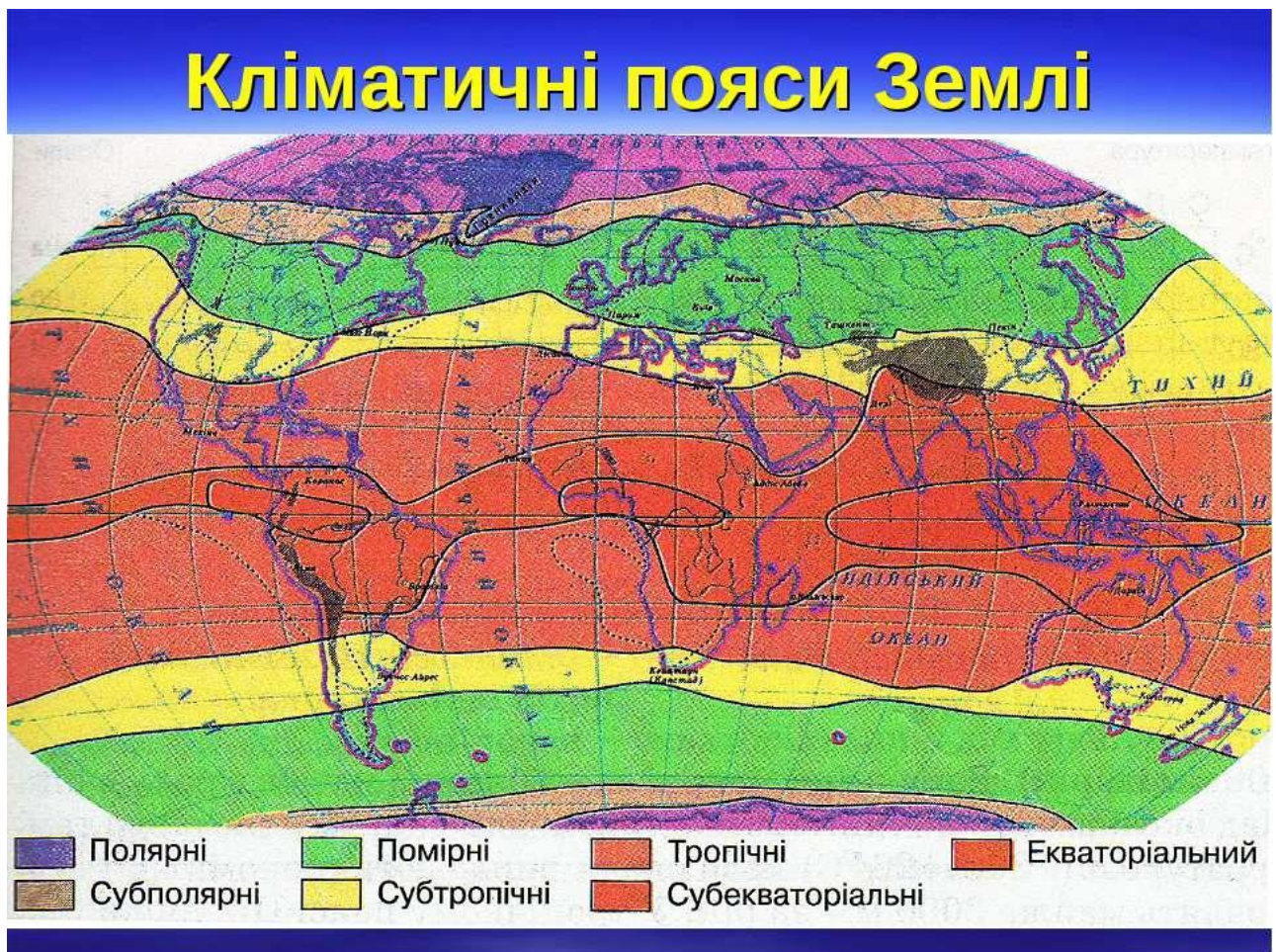
Завдання 5. Характеристика загальної класифікації клімату

5.1 сучасна класифікація кліматів за ознаками та у мовами формування

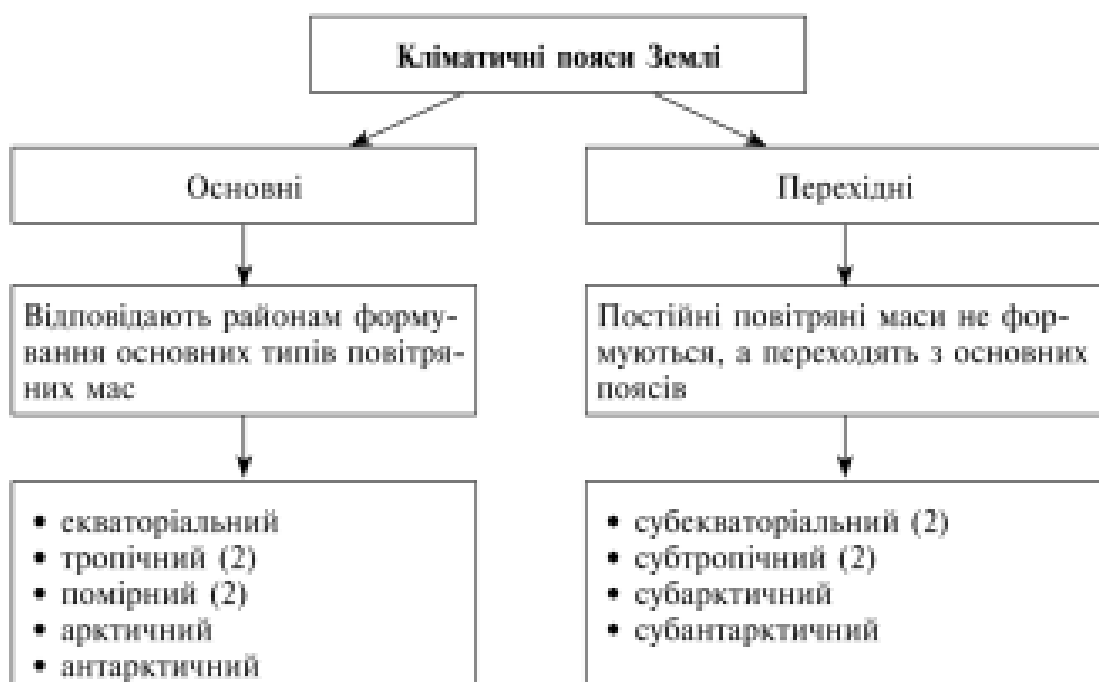
Таблиця 1.7.

Завдання 6. Розглянути і охарактеризувати кліматичні пояси

6.1 Ознайомитись з кліматичною картою світу



6.2. Розглянути схему характеристики кліматичних поясів Землі



Завдання 8. Розглянути та проаналізувати тенденції зміни клімату на території України

8.1 Заповнити таблицю

Таблиця 1.8.

**ЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОМІСЯЧНОЇ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ЇЇ
ВІДХИЛЕННЯ ВІД НОРМИ _____ ОБЛАСТІ _____ РІК**

місяці	Значення температури, °С	Норма, °С	Відхилення, °С
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
РІК			

Завдання 5. Прогноз метеорологічних умов забруднення повітря.

Синоптико-статистичний метод метеорологічних умов забруднення (МУЗ)

Доведена ефективність використання прогнозу метеорологічних умов забруднення (МУЗ) повітря. Для МУЗ оцінені три показники, що входять до прогностичної схеми:

- тип синоптичної ситуації,
- товщина шару перемішування,
- середня швидкість вітру в шарі перемішування

Виправданість прогнозу метеорологічних умов забруднення складає 77%, що свідчить про ефективність використання даної прогностичної схеми.

Залежно від рівня розвитку промисловості місцевості, його фізико-географічного положення та особливостей рельєфу, метеорологічні умови можуть надавати неоднаковий вплив на забруднення повітря. У період складних умов погоди рівень забруднення атмосфери може підвищуватися в декілька разів.

Метеорологічні умови забруднення подають у вигляді комплексного показника:

$$\text{МУЗ} = \text{Ц} + \text{НТД} + \text{пер}$$

де **Ц** – циркуляційний фактор у вигляді типу синоптичної ситуації; визначається за прогностичними (фактичними) приземними синоптичними картами;
пер – середня швидкість вітру в шарі НТД; визначається за прогностичними (фактичними) картами АТ925 і АТ850, і приземними картами погоди.

*При висоті шару перемішування $\text{НТД} = 0$ (приземна інверсія температури) замість **пер** беруть **С0** – швидкість вітру біля поверхні Землі; визначається по прогностичній або фактичній карті поля приземного тиску.*

Якщо у прогностичній схемі МУЗ метеорологічним показником умовно ставити дискретні (дискретність-властивість роздільності) значення від 3 до 10, тоді МУЗ буде змінюватися від 9 (метеоумови накопичення шкідливих домішок в атмосфері) до 30 (метеоумови розсіювання домішок).

Список рекомендованих джерел

1. Антонов В.С. Короткий курс загальної метеорології. – Чернівці: Рута, 2004. – 356 с.
2. Дмитренко В.П. Плідність клімату, родючість ґрунтів і врожай /Наук.пр. УкрНДГМІ. – К., 2005. – Вип. 254: Погода і врожай.
3. Долгілевич М.Й. Метеорологія і кліматологія. Навчальний посібник.- Житомир, 2001-243 с
4. Затула В.І., Титаренко Л.М. Тлумачний словник з метеорології та кліматології. Черкаси: Вид. від.ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2009, 76с.
5. Клімат України /За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – Київ: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
6. Метеорологія і кліматологія / Г.Д. Проценко– К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2008. – 266 с.
7. Настанова гідрометеорологічним станціям і постамам. Агromетеорологічні спостереження /Г.І. Адаменко, Л.В. Щербак. – К., 2007 – Вип.11.
8. Практикум з сільськогосподарської метеорології і кліматології/ І.Д. Приймак, І.П. Гамалій, Т.В. Колесник, Г.І. Демидась, О.І. Примак –В.:ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013.-284с.
9. Шербань І.М. Основи агromетеорології. – ВПЦ „Київський університет”, 2011.
10. Сайт гідрометцентру України.

ДОДАТКИ

Дод.1. Таблиця значень синусів для різних кутів

h₀	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
sin h₀	0,00	0,17	0,34	0,50	0,64	0,77	0,87	0,94	0,98	1,00

Дод.2. Середньомісячні температури повітря

Назва станції	Місяці року											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ужгород	-2.9	-1.4	4.3	10.0	15.4	17.9	19.9	19.0	15.1	10.1	4.3	-2.0
Львів	-3.8	-2.8	1.8	7.9	13.8	16.6	18.3	17.5	13.6	8.8	2.7	-1.4
Луцьк	-5.0	-3.6	0.4	7.0	14.0	16.5	18.4	17.0	13.2	7.5	1.7	-2.6
І-Франківськ	-4.7	-3.5	1.6	7.7	14.0	16.9	18.3	17.4	13.1	8.1	2.1	-2.5
Тернопіль	-5.5	14.4	0.3	6.9	13.7	16.6	18.3	17.2	12.0	7.5	1.5	-3.0
Житомир	-5.6	-4.9	-0.3	6.8	14.4	16.8	18.7	17.4	13.0	7.4	1.3	-3.4
Вінниця	-5.7	-4.8	0.2	7.1	14.1	16.8	18.8	17.6	13.3	7.9	1.5	-3.2
Одеса	-2.8	-2.3	2.0	8.0	15.0	19.2	22.1	21.4	16.7	11.5	4.9	0.0
Київ	-5.9	-5.3	-0.5	7.1	14.7	17.4	19.3	18.2	13.6	7.7	1.1	-3.7
Чернігів	-6.5	-6.4	-1.5	6.5	14.3	17.2	19.2	17.8	12.8	6.8	0.5	-4.2
Кіровоград	-5.5	-4.9	-0.4	7.9	15.2	18.3	20.9	19.7	14.5	8.6	1.9	-3.2
Миколаїв	-3.4	-2.7	2.4	9.4	16.6	20.4	23.3	22.4	17.2	11.8	4.1	-1.0
Полтава	-7.1	-6.6	-1.2	7.1	14.9	17.9	20.4	19.3	14.2	7.6	0.5	-4.8
Суми	-7.8	-7.6	-2.3	6.2	14.4	17.4	19.6	18.2	13.0	6.6	-0.1	-5.6
Херсон	-3.3	-2.8	2.4	9.2	16.2	20.0	22.8	22.0	16.8	10.9	3.9	-1.0
Дніпропетров.	-5.7	-5.1	0.5	8.5	16.2	19.3	22.2	21.0	15.6	9.1	1.9	-3.3
Запоріжжя	-5.3	-4.9	0.8	8.5	16.0	19.4	22.6	21.2	15.6	9.2	2.1	-3.0
Харків	-7.4	-7.0	-1.6	7.1	15.0	18.1	20.3	18.9	13.5	7.9	0.4	-5.2
Донецьк	-6.4	-5.8	-0.6	8.3	16.0	19.2	22.0	20.7	15.7	8.6	1.2	-3.7
Луганськ	-6.8	-6.3	-0.3	8.4	15.9	19.3	22.0	20.7	14.7	8.3	1.3	-4.0
Сімферопіль	-1.7	-0.2	5.8	10.9	16.1	19.8	21.6	20.0	15.7	10.2	5.0	1.2
Ялта	3.8	3.5	6.1	10.4	16.0	20.4	23.9	23.7	19.0	14.2	9.1	6.0
Рівне	-5.3	-4.8	-0.9	7.5	13.3	17.2	18.4	17.6	13.4	7.1	2.1	-2.6
Черкаси	-5.9	-4.8	-0.3	7.5	14.4	17.6	19.5	18.7	13.9	7.7	1.5	-3.1

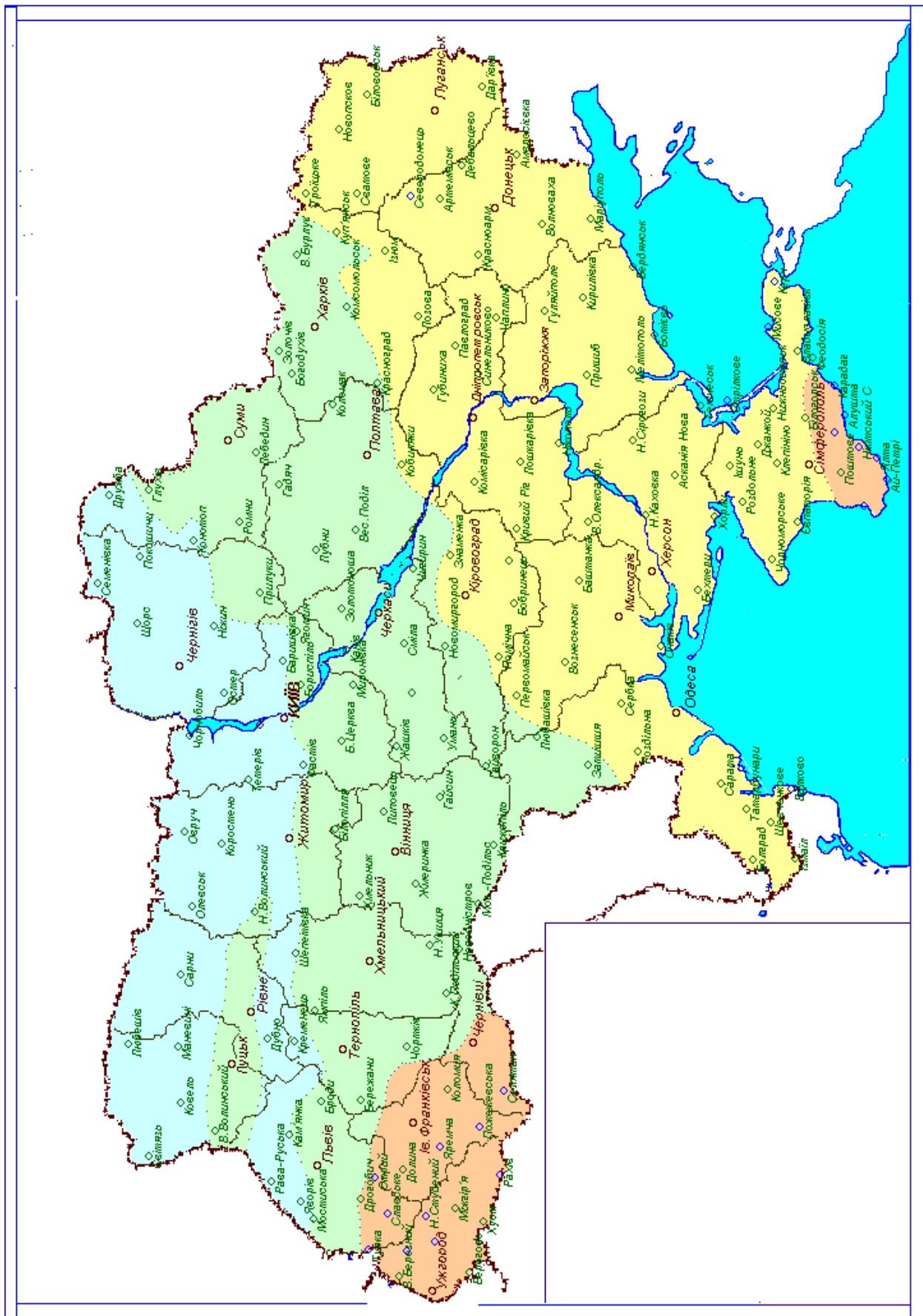
Дод.3. Поправки для термометрів

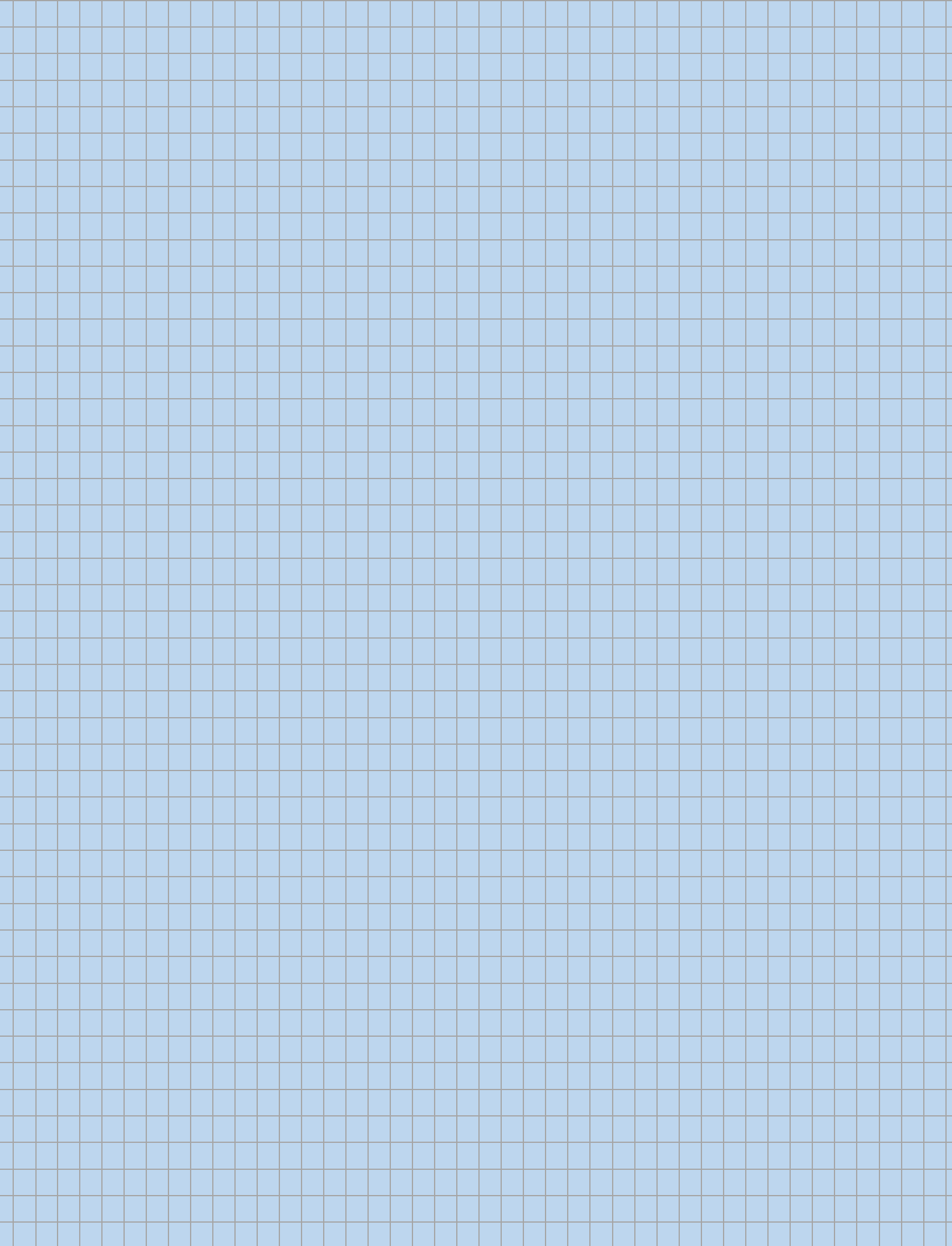
Інтервал температур	Термометри							
	сухий	змочений	мінімальний	максимальний	строковий	колінчастий 5см	колінчастий 10см	шуп
00 – 10,0	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,0	-0,2	-0,1	0,2
10,1 – 15,0	0,1	0,2	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,1
15,1 – 20,0	0,2	0,1	-0,2	-0,1	-0,2	0,2	-0,1	0,1
20,1 – 30,0	0,3	0,0	-0,3	0,2	-0,3	0,4	0,0	0,0

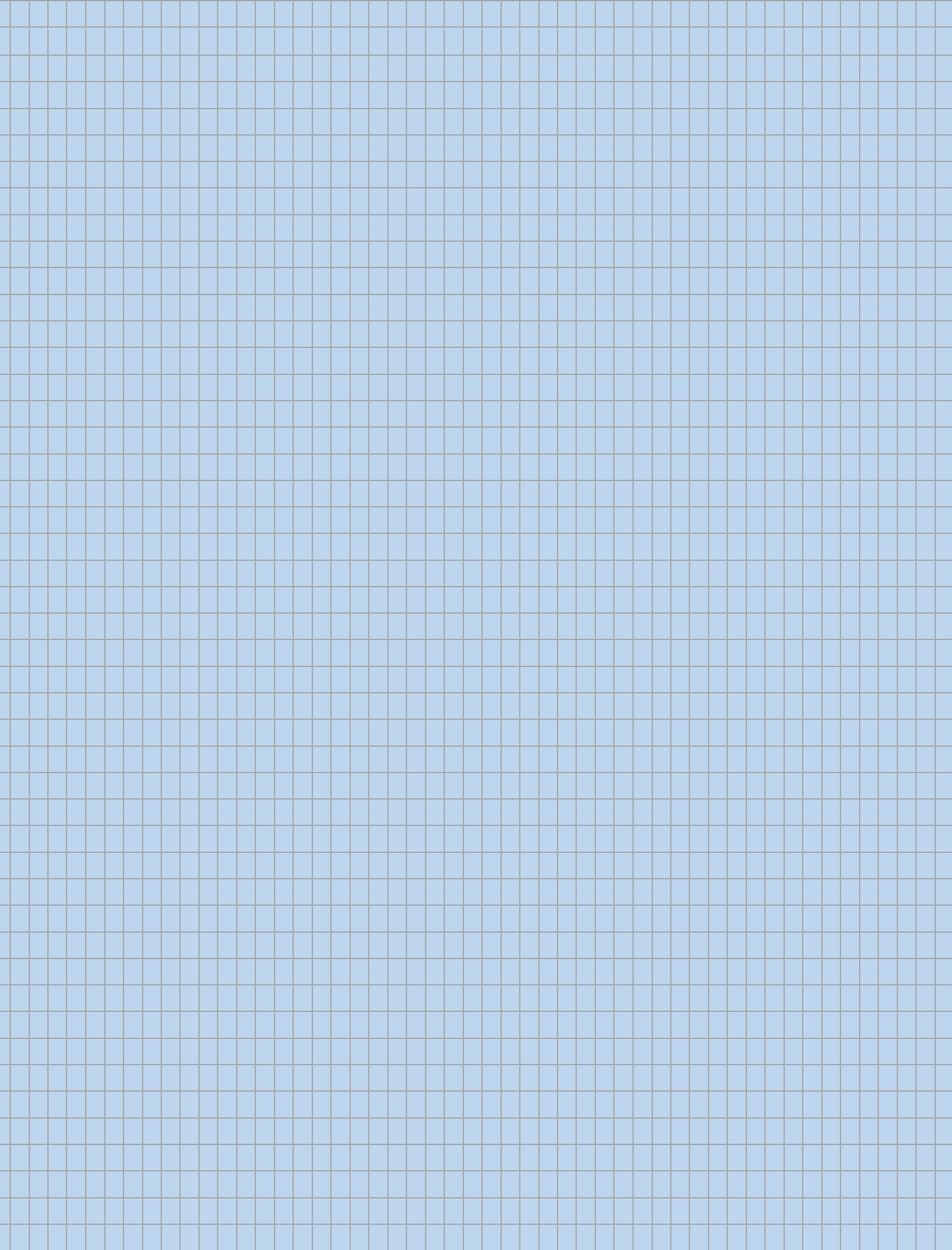
Дод 4. Максимальна пружність водяної пари

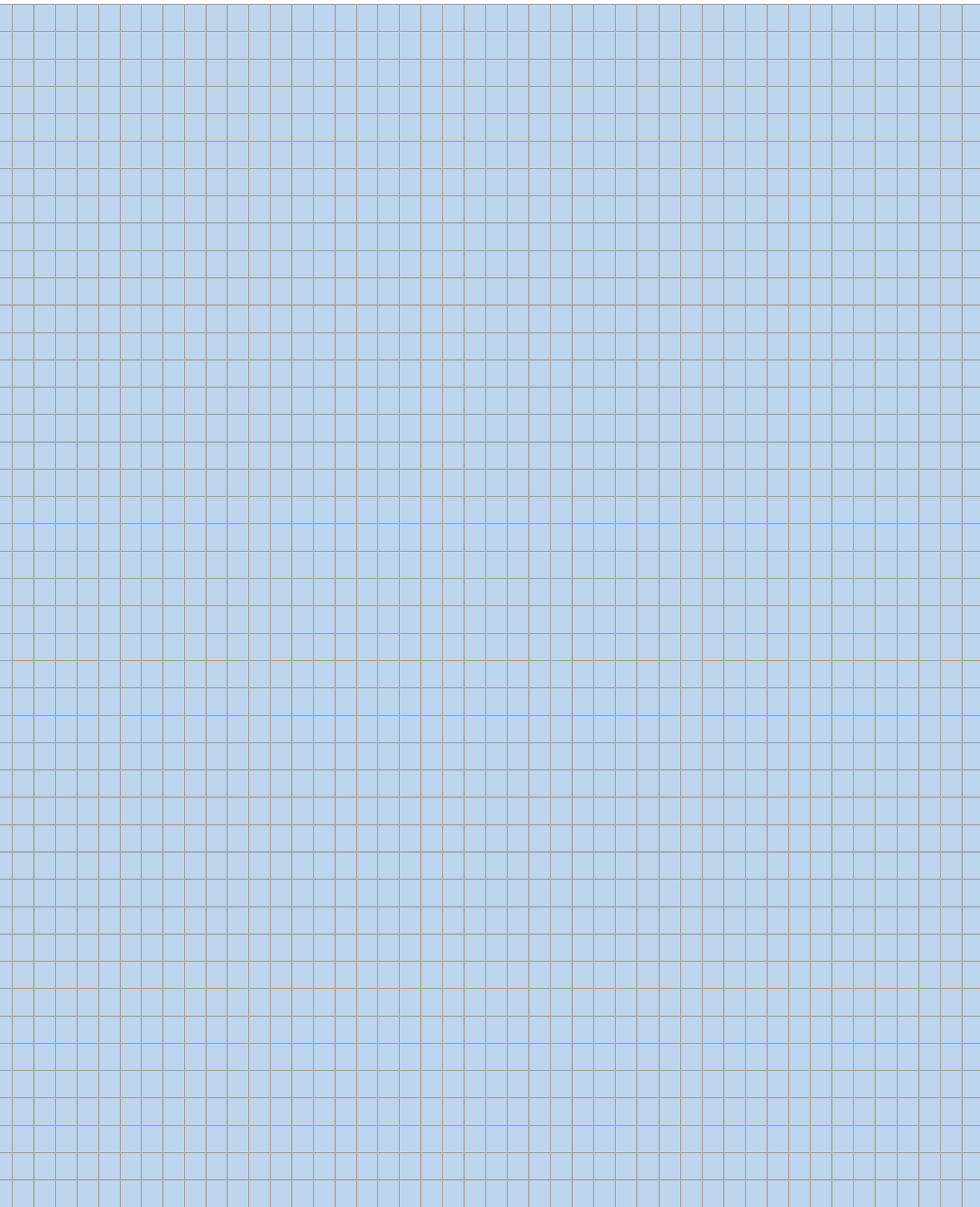
E (гПа) залежно від температури повітря

t, °C	Десяті градусів									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-9	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
-8	3,3	3,3	3,3	3,32	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1
-7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
-6	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,6
-5	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	3,9
-4	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2
-3	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6
-2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9
-1	5,7	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,3
0	6,1	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,7
1	6,1	6,2	6,2	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	6,5	6,5
2	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
3	7,0	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
4	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,9	8,0	8,1
5	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,7
6	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3
7	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	10,0
8	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,4	10,4	10,5	10,6	10,6
9	10,7	10,8	10,9	11,0	11,0	11,2	11,2	11,2	11,3	11,4
10	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,0	12,1	12,2
11	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0
12	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8	13,8	13,9
13	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
14	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8	15,9
15	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
16	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	18,0	18,1
17	18,2	18,3	18,4	18,4	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,3
18	19,4	19,5	19,6	19,8	19,9	20,0	20,1	20,3	20,4	20,5
19	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,4	21,6	21,7	21,8
20	22,0	22,1	22,3	22,4	22,4	22,7	22,8	23,0	23,1	23,2
21	23,4	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,4	24,6	24,7
22	24,9	25,0	25,2	25,4	25,5	25,7	25,8	26,0	26,1	26,3
23	26,5	26,6	26,8	26,9	27,1	27,3	27,4	27,6	27,8	27,9
24	28,1	28,3	28,5	28,6	28,8	29,0	29,2	29,3	29,5	29,7
25	29,9	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31,0	31,1	31,3	31,5
26	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	32,9	33,0	33,2	33,4
27	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,1	35,3	35,5
28	35,7	35,9	36,1	36,3	36,5	36,8	37,0	37,2	37,4	37,6
29	37,8	38,1	38,3	38,5	38,7	39,0	39,2	39,4	39,6	39,9
30	40,1	40,3	40,6	40,8	41,0	41,3	41,5	41,8	42,0	42,2
31	42,5	42,7	43,0	43,2	43,5	43,7	44,0	44,2	44,5	44,7











Київ 2018