

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять з навчальної дисципліни

«СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА МЕТЕОРОЛОГІЯ»

за темою: **«Розрахунок запасів вологи у сніговому покриві при  
проведенні снігомірних зйомок»**

для студентів денної та заочної форми навчання

спеціальності 103 «Науки про Землю»

рівень вищої освіти бакалавр

“Затверджено”  
на засіданні групи  
забезпечення спеціальності  
Протокол № 13 від « 19 »  
червня 2023 р

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Сільськогосподарська метеорологія» на тему «Розрахунок запасів вологи у сніговому покриві при проведенні снігомірних зйомок» для студентів III року навчання денної та заочної форм за спеціальністю 103 «Науки про Землю», рівень вищої освіти бакалавр/ Укладач: Вольвач О. В., канд. геогр. наук, доц. Одеса, ОДЕКУ, 2023, 27 с.

## ЗМІСТ

Передмова.....	4
1. Теоретична частина.....	5
2. Практична частина.....	15
Контрольні питання .....	16
Література.....	16
Додатки.....	17

## ПЕРЕДМОВА

Сніг, що випадає при від'ємних температурах на діяльну поверхню, утворює сніговий покрив. Тривалість зберігання снігу на полях залежить від широти місця і особливостей ходу атмосферних процесів і становить від декількох днів до 4–6 місяців. Середня висота снігового покриву за зиму коливається від 1 до 90–100 см.

Сніговий покрив за фізичними властивостями має слабку теплопровідність і тому ґрунт, вкритий снігом, захищений від різких коливань температури. Ця властивість снігу дуже корисна для зимуючих культур, бо він є вирішальним фактором формування ґрунтового клімату взимку.

Чисельні дослідження показали, що добре зимують озимі культури в місцевостях, де морози не дуже сильні і висота снігу сягає 20 см. Крім того, сніговий покрив акумулює опади холодної пори року і навесні дає багато води, частина якої проникає в ґрунт. Кількість вологи, що надходить в ґрунт, залежить від висоти снігу, його щільності, глибини промерзання ґрунту, наявності льодової кірки і характеру весни.

Сніг також захищає ґрунт від прогрівання при відлигах і тим самим затримує рослини від передчасного відновлення вегетації. Температура ґрунту на глибині 3 см під снігом характеризується більш рівномірним ходом впродовж зими. При висоті снігу більше 30 см температура ґрунту на глибині 3 см на 15–16°C вища, ніж на голому полі.

Сніговий покрив також зменшує глибину промерзання ґрунту. Однак тривале залягання снігу висотою більше 30 см викликає випрівання озимих культур.

Під час вивчення теми необхідно зрозуміти доцільність спостережень за сніговим покривом. Необхідно вивчити будову та порядок роботи з ваговим снігоміром, особливості визначення маршруту під час проведення снігозйомок та запису результатів спостережень.

Визначення щільності снігу та запасів води в снігу на мережі проводять з використанням снігоміра. Матеріал за правилами проведення польових та розрахункових робіт з визначення запасів вологи в снігу повністю викладено у зазначеній літературі [1, 2].

Потрібно звернути увагу на правила техніки безпеки, яких необхідно дотримуватись при проведенні польових робіт.

У практичній роботі за темою №8 пропонується провести обробку результатів снігомірної зйомки за формою відповідних таблиць книжки КСГ-2.

*Задача* практичної роботи – набути навички правильного запису та обробки результатів снігомірних зйомок на полі з посівом озимої культури у книжці КСГ-2, закріпити теоретичні знання студентів з питань

проведення снігозйомок і визначення запасів вологи у сніговому покриві та познайомити їх з необхідним для цього обладнанням.

*Мета* - навчити студентів методиці проведення снігозйомок і визначення щільності снігу та запасів вологи у ньому, а також аналізу та узагальненню отриманих результатів.

Послідовність виконання практичного заняття полягає у вивченні теоретичної частини, виконанні практичної частини і відповіді на контрольні питання. Методика проведення та оцінювання контрольних заходів полягає в оцінюванні результатів виконаних розрахунків, умінні студента узагальнювати результати розрахунків, скласти відповідні тексти, повноті відповідей на запитання. Оцінюється виконання практичного заняття і відповіді на запитання. За виконання роботи студент може отримати максимум 5 балів.

## **1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

Снігомірні зйомки (далі – снігозйомки) проводять на полях, де розміщені ділянки спостереження з озимими зерновими культурами та багаторічними травами. У плодовому саду снігозйомки проводять за вказівкою Держгідромету.

Під час проведення снігозйомок визначають висоту та щільність снігового покриву, шар снігу, насиченого водою, шар талої води, товщину притертої крижаної кірки та міру її розповсюдження. Крім цього, визначають стан поверхні ґрунту під снігом (талий, мерзлий), характер залягання та структуру снігу (візуально), наявність снігової кірки на поверхні та всередині снігового покриву. За даними снігозйомок розраховують загальні запаси води у сніговому покриві.

Снігомірні зйомки проводять регулярно протягом усього періоду залягання снігового покриву за умов, коли ступінь покриття поверхні снігом на місцевості біля гідрометстанції (агromетпоста) становить не менше ніж 6 балів.

Ступінь покриття поверхні місцевості сніговим покривом біля гідрометстанції (агromетеопоста) оцінюють у балах за 10-бальною шкалою (0,1 частину місцевості приймають за 1 бал). Якщо снігом укрита вся місцевість, то ступінь покриття дорівнює 10 балам, якщо вкрито близько 0,3 усієї видимої місцевості, то ступінь покриття – 3 бали. Якщо спостерігаються окремі плями снігу – вкрито менше 0,1 видимої місцевості, то ступінь покриття – 0 балів.

На озимих посівах та багаторічних травах снігозйомки проводять кожну декаду 10-го, 20-го числа та в останній день місяця (у грудні – 30-го числа).

Якщо на полі, де проводять снігозйомку, є льодяна кірка, а снігу в цей період немає, то визначають її товщину в десяти точках рівномірно за маршрутом, намагаючись відобразити всю різноманітність її залягання у полі. Ступінь покриття поля льодяною кіркою в цьому випадку визначають візуально.

У плодовому саду до встановлення снігового покриву висотою 20 см снігозйомки проводять щодавно – у передостанній день декади. Після встановлення снігового покриву понад 20 см – один раз на місяць (дев'ятого числа).

Снігозйомки припиняють, якщо на дату їх проведення сніговим покривом вкрито менше половини (ступінь покриття 5 балів і менше) видимої місцевості біля гідрометстанції (агрометеопоста).

Якщо в день снігозйомки спостерігається дуже сильний снігопад, сильна хуртовина, густий туман або дуже низька температура повітря (мінус 25°C і нижче) у поєднанні із сильним вітром (15 м/с і більше), то снігозйомку відмінюють до припинення явища.

Снігозйомки проводять рано вранці, для того щоб встигнути закінчити роботу до настання темряви, а навесні – до початку інтенсивного танення снігу. Для снігомірних зйомок використовують снігомірну переносну рейку (дерев'яну чи металеву) та снігомір ваговий ВС-43.

За допомогою рейки визначають висоту снігового покриву. У залежності від висоти снігу використовують рейки довжиною 130 чи 180 см.

Снігомір (рис. 1) використовують для визначення щільності снігу при проведенні снігомірних зйомок. Основні частини снігоміра - металевий циліндр 2 та ваги 4. На одному кінці циліндра розташовується кільце з різальними зубцями 8, протилежний кінець закривається кришкою 1. Кільце з ручкою 9 можна вільно пересувати вздовж циліндра. Його також використовують для підвішування циліндра до ваг.

Ваги снігоміра складаються з металевої лінійки 5, яка опорною призмою 6 ділиться на два нерівних плеча. Призма повернута вістрям донизу і розміщена під стрілкою-показчиком. На цю призму надівається серга, за кільце якої спостерігач тримає ваги. За допомогою другої призми 7 кріпиться гачок, на який підвішують циліндр із зразком снігу під час зважування.

Для урівноваження ваг використовують вантаж 3, який ковзає лінійкою ваг. На лінійку нанесено поділки, ціна поділки становить 5 г. Для відліку поділок на вантажі є виріз, на скошеному краю якого нанесено риску.

Снігомір має завжди бути у справному стані. Особливо слід стежити за тим, щоб загострене кільце циліндра не погнулося і не затупилося та щоб призми ваг були завжди справні. Про всі пошкодження приладу записують (із зазначенням дати) у розділ “Особливі відмітки” книжки

КСГ-2 та негайно усувають їх до наступної снігозйомки. Щоразу після проведення спостережень прилад потрібно ретельно протерти та покласти у футляр, а після закінчення зимових спостережень, крім того, просушити та змастити технічним вазеліном.

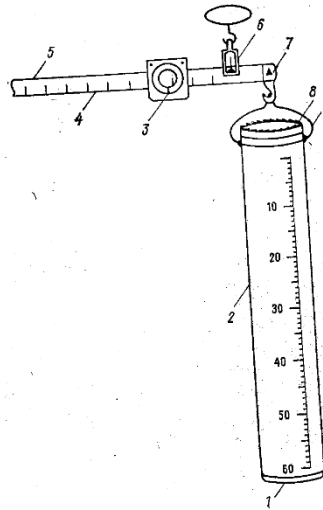


Рисунок 1 - Снігомір ваговий ВС-43

1 – кришка, 2 – циліндр металевий, 3 – вантаж, 4 – терези, 5 – лінійка терезів, 6, 7 – призми опорні, 8 – зубці, 9 – кільце з ручкою

Полеві снігозйомки на полях зимуючих культур проводяться на маршруті довжиною 1000 м. Маршрут вибирають таким чином, щоб він перетинав типові для поля форми рельєфу і щоб снігомірна лінія була, по можливості, прямою. Крім того, частина маршруту має обов'язково проходити через спостережну ділянку.

Коли маршрут снігомірної зйомки вибрано, то в книжку КСГ-2 заносять номер спостережної ділянки, назву культури, яку вирощують на полі, рельєф місцевості та площу поля, на якому прокладено маршрутну лінію, коротко описують маршрут (відстань до найближчої лісосмуги, і лісових галявин, ярів та балок, назву господарства, напрямок і відстань маршруту від гідрометстанції чи агрометеопоста тощо) та малюють схему снігомірної лінії.

Висоту снігового покриву вимірюють через кожні 10 м, щільність – через кожні 100 м. Перше визначення щільності проводять при першому вимірюванні висоти, наступне – при одинадцятому і т.д. Всього треба зробити 100 вимірювань висоти снігового покриву та 10 визначень його щільності. Якщо висота снігу невелика (до 5 см), щільність його не визначається.

Порядок виконання робіт під час проведення снігомірних зйомок такий:

- висоту снігового покриву на маршруті вимірюють через кожні 10 м (не враховуючи товщину притертої льодяної кірки), у цих самих точках відмічають наявність льодяної кірки;

- рухаючись за маршрутом, визначають щільність снігу: перше визначення щільності проводять у 1-й точці вимірювання висоти снігового покриву, наступне – в 11-й точці і т.д. через кожні 100 м;

- у точці визначення щільності снігу снігоміром відбирають зразок снігу, за допомогою снігомірної рейки або лопаточки вагового снігоміра вимірюють товщину притертої льодяної кірки (з точністю до 1 мм), шару снігу, насиченого водою (з точністю до 1 см), шару талої води (з точністю до 1 см) за наявності цих шарів у даній точці, а також візуально оцінюють стан поверхні ґрунту під сніговим покривом (мерзлий або талий);

- під час проходження всього маршруту відмічають характер залягання снігового покриву на маршруті (без заметів – рівномірний, невеликі замети – нерівномірний, великі замети – дуже нерівномірний, сніг з проталинами), а також визначають структуру снігу.

Для описування структури снігу використовують такі характеристики: сніг свіжий (пилоподібний, пухнастий, липкий); старий (розсипчастий, щільний вологий); наст (снігова кірка, під настом сніг щільний або вологий); крім того, відмічають сніг, насичений водою.

Під час проведення снігозйомок на полях озимих зернових культур і багаторічних трав результати вимірювань висоти снігового покриву записують у таблицю 205 “Снігозйомка на полі” книжки КСГ-2. У заголовних рядках указують назву культури, номер ділянки, дату та час проведення снігозйомки (таблиця 1).

Відлік висоти снігового покриву записують у порядку послідовності вимірювань. Якщо висота снігу менше половини поділки рейки (менше 0,5 см) – записують “0”; відсутній сніговий покрив – пуста клітинка; є тільки притерта льодяна кірка – записують “лк”.

За результатами вимірювань висоти снігового покриву на маршруті снігозйомки обчислюють середню, вибирають найбільшу та найменшу висоту снігового покриву. Ці дані вміщують у таблицю 207 “Результати снігозйомок на полі” книжки КСГ-2.

Середню висоту снігового покриву підраховують за кількістю вимірювань висот у всіх точках маршруту без урахування притертої льодяної кірки (під час вимірювання висот снігу льодяну кірку не пробивають рейкою).

Для підрахунку середньої за маршрутом висоти снігового покриву треба суму всіх висот поділити на кількість вимірювань, тобто на 100, враховуючи і ті випадки, коли у точці вимірювань запис був відсутній або стояв нуль (0).



Таблиця 1 – Приклад заповнення таблиці 205 книжки КСГ-2  
**205. Снігозйомка на полі**

Культура озима пшениця Ділянка № 2 Дата 10.01.15

Початок проведення снігозйомки 09 год 00 хв

Кінець проведення снігозйомки 12 год 15 хв

<b>Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)</b>											
Проміри	Висота снігового покриву, см, в точці промірювання номер										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сума
00	8 лк	9	7	12	10	14	6	9	3	9	82
10	10	8 лк	0	13	9	7	8	11	8	4	85
20	9 лк	10	7	9	4	10	2 тв	8	6	10	72
30	14	6 нв	13	8	4	3 тв	7	5	3	11	81
40	10	7 лк	10	11	7	14		10	5	7	70
50	8 лк	9		7	10	14	4	11	10	7	80
60	7 лк	10	5	7	9	10 лк	3	0	6	9	70
70	11	9	13	5 нв	8	13	11	4	5	9	88
80	6	12	11	5 лк	4	10		10	6	11	75
90	7	10	5	9	11	4	12	9	7	13	87
Сума											790
Середня висота снігу, см											8
Льодяна кірка (кількість випадків)	4	2		1							7
Сніг, насичений водою (кількість випадків)		1		1							2
Тала вода (кількість випадків)						1	1				2

Найменша висота снігового покриву дорівнює нулю (0) в тому випадку, якщо в таблиці є значення “0” або “лк”.

Якщо на маршруті є точки з оголеною поверхнею ґрунту, найменшу висоту не вказують.

Перед кожним визначенням щільності снігу перевіряють справність і рівновагу вагового снігоміра. Для цього пустий циліндр із кришкою підвішують на гачок ваг. Якщо риска вантажу збігається з нульовою поділкою шкали, ваги з підвішеним пустим циліндром перебувають у стані рівноваги. Якщо ж рівновага встановлюється на подільці, відмінній від нуля, то це нове положення приймають за нульове для даної снігозйомки. Після закінчення снігозйомки треба ліквідувати цю несправність.

За півгодини до проведення спостережень снігомір виносять з приміщення, щоб він досяг температури повітря навколишнього середовища.

При визначенні щільності снігового покриву з циліндра знімають кришку і занурюють його у сніг загостреним (із зубцями) кінцем униз. На циліндр трохи натискають і легко повертають ліворуч та праворуч навколо осі. При цьому він не повинен торкатися поверхні ґрунту чи притертої крижаної кірки. За наявності насту та льодових прошарків всередині снігового покриву їх обережно “пропилюють” способом прокручування циліндра снігоміра навколо осі. Якщо висота снігового покриву не більше 60 см, то сніг треба прорізати до поверхні ґрунту або льодяної кірки. Якщо висота снігу перевищує висоту циліндра снігоміра, то весь стовп снігу береться не в один, а в декілька прийомів.

Після занурення циліндру у сніг, за його шкалою проводять визначення висоти снігового покриву (з точністю до 1 см). Потім на верхній кінець циліндру одягають кришку, під його нижній кінець підводять лопатку та перевертають загостреним (зубчатим) кінцем доверху. Очищають циліндр від снігу, який може прилипнути, підвішують його на гачок ваг, потім стають за вітром і, тримаючи ваги на одному рівні з оком, пересувають вантаж по лінійці ваг до встановлення рівноваги. Після цього проводять відлік і записують поділку шкали лінійки, з якою збіглася риска на скошеному краю прорізу на вантажі.

Після зняття відліку взятий зразок снігу викидають, циліндр очищають від снігу, який може прилипнути всередині. Перед наступним відбором зразка снігомір знову перевіряють на положення рівноваги. Якщо навіть після ретельного очищення рівновагу не можна встановити, тоді потрібно пересунути вантаж до отримання рівноваги і відрахувати кількість поділок на шкалі. Це число потім треба відняти від того числа поділок, яке буде отримане під час зважування нового зразка снігу.

Якщо висота снігового покриву перевищує висоту циліндра снігоміра (60 см), то весь стовп снігу відбирають у декілька етапів. Щоразу навколо заглибленого циліндра розчищають сніг з усіх боків, щоб уникнути його осипання на те місце, куди в подальшому потрібно ставити циліндр для наступного заглиблення. Після цього зразок снігу відбирають від тієї самої поверхні, від якої було зрізано попередній зразок.

Результати відліків за шкалою циліндра снігоміра (h) та відліків за лінійкою ваг (m) записують у таблицю 206 “Щільність снігу, товщина льодової кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі книжки КСГ-2” (таблиця 2).

У випадках, коли виміри ваговим снігоміром проводять у декілька етапів, потрібно всі відліки за шкалою циліндра (зроблені за умов послідовних заглиблень) вписати в один рядок колонки 2 і додати; так само вписати і відліки за лінійкою ваг у колонку 3. Розрахунки щільності у такому випадку проводять за сумарним результатом.

Таблиця 2 – Приклад заповнення таблиці 206 книжки КСГ-2  
**206. Щільність снігу, товщина льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі**

Культура озима пшениця Ділянка № 15 Дата снігозйомки 28.02.15

Номер виміру	Відлік за шкалою циліндра (h), см	Відлік за лінійкою ваг (m), г	Щільність снігу (d <sub>c</sub> ), г/см <sup>3</sup>	Стан поверхні ґрунту	Вид льодяної кірки	Товщина		
						Притертої льодяної кірки, мм	Шару снігу, насиченого водою, см	Шару талої води, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	27	0,34	мерзлий	притерта	40	немає	немає
2	10	34	0,34	те саме	те саме	21	те саме	те саме
3	6	20	0,33	”	“	21	”	”
4	7	24	0,34	”			”	”
5	6	19	0,32	”	притерта	19	”	”
6	8	26	0,33	”	те саме	22	”	”
7	6	21	0,35	”	“	40	”	”
8	9	29	0,32	”			”	”
9	7	24	0,34	”	притерта	25	”	”
10	10	34	0,34	”	те саме	11	”	”
Сума	<b>77</b>	<b>258</b>	3,35			199		
Середнє	<b>8</b>	<b>26</b>	0,34	мерзлий	притерта	25/20	немає	немає

**Щільність снігу (d<sub>c</sub>)** у кожній точці її визначення обчислюють способом ділення маси зразка снігу на його об'єм, з точністю до сотих часток. За умов, що кожна поділка лінійки ваг відповідає 5 г, маса зразку снігу дорівнює 5m. Об'єм зразка снігу дорівнює добутку площі поперечного перетину циліндра снігоміра (50 см<sup>2</sup>) на висоту зразка h<sub>c</sub>, а саме 50h<sub>c</sub> (см<sup>3</sup>).

Виходячи з цього, щільність (г/см<sup>3</sup>) обчислюють за формулою

$$d_c = m / 10 h. \quad (1)$$

**Приклад:**

Відлік за шкалою циліндра h = 29 см, відлік на лінійці ваг m = 61.

Щільність d = 61 / 10 · 29 = 0,21 г/см<sup>3</sup>.

**Приклад:**

Під час відбору першого зразка снігу отримані такі значення: h<sub>1</sub> = 41 см, m<sub>1</sub> = 96; другого зразка - h<sub>2</sub> = 28 см, m<sub>2</sub> = 59. Щільність снігу обчислюють за значенням h = h<sub>1</sub> + h<sub>2</sub> = 41 + 28 = 69 см та m = m<sub>1</sub> + m<sub>2</sub> = 96+59 = 155, тобто щільність снігу у даній точці буде дорівнювати

$$d = (m_1 + m_2) : (h_1 + h_2) = 155 : 690 = 0,22 \text{ г/см}^3.$$

**Середню щільність снігу** на маршруті обчислюють способом ділення суми значень щільностей у точках вимірювання на кількість фактичних вимірювань.

Якщо на поверхні ґрунту є льодяна кірка (сніг, насичений водою; тала вода), циліндр снігоміра заглиблюють тільки до цього шару. Для зручності вимірювання висоти снігу у таких випадках відкопують шурф, а потім відбирають зразок снігу без льодяної кірки (снігу, насиченого водою; талої води).

Якщо в точках визначення щільності снігу є **притерта льодяна кірка**, то спочатку відбирають зразок снігу до верхнього її рівня, а потім вимірюють товщину кірки. Для цього лопаточкою (рейкою або зубилом) у ній вирубують до поверхні ґрунту вертикальну стінку, до якої прикладають лопаточку (або лінійку з міліметровими поділками) і за нанесеною на ній шкалою визначають товщину льодяної кірки в мм.

Якщо в точках, вибраних для визначення щільності снігу, є сніг, насичений водою чи тала вода, то вимірюють їх товщину.

**Вимірювання товщини льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води)** проводять відразу після відбору зразка снігу до його зважування.

Результати вимірювання товщини притертої льодяної кірки (мм), шару снігу, насиченого водою (см) та шару талої води (см) записують у таблицю 206 книжки КСГ-2.

Середнє (середнє зважене) значення товщини льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) обчислюють таким чином: сумарне значення кожного з цих показників треба поділити на фактичну кількість вимірювань (кількість можливих вимірювань становить 10).

**Приклад:**

Льодяна кірка виміряна у восьми точках, сумарне значення товщини льодяної кірки дорівнює 199 мм (таблиця 2). Середнє значення товщини фактичної льодяної кірки на полі буде дорівнювати  $199 : 8 = 25$  мм; середнє зважене значення дорівнює  $199 : 10 = 20$  мм.

У кожній точці визначення щільності візуально оцінюють стан поверхні ґрунту під сніговим покривом (мерзлий, талий), а також від льодяної кірки в снігу. Ці відомості також записують у таблицю 206 книжки КСГ-2.

**Загальні запаси води в сніговому покриві** обчислюють за формулою

$$Q = Q_C + Q_{ЛК} + Q_{НВ} + Q_{ТВ} , \quad (2)$$

де  $Q_C$  - запаси води в снігу;

$Q_{ЛК}$  - запаси води в льодяній кірці;

$Q_{НВ}$  - запаси води в шарі снігу, насиченому водою;

$Q_{ТВ}$  - запаси води в шарі талої води.

**Запаси води в снігу** на маршруті обчислюють за формулою:

$$Q_C = 10 \cdot h_C \cdot d_C, \quad (3)$$

де  $h_C$  - середня висота снігового покриву без льодяної кірки, см;

$d_C$  - середня щільність снігу, г/см<sup>3</sup> ;

10 - коефіцієнт для перерахунку висоти шару води в міліметри.

Для спрощення розрахунків запасів води у снігу можна користуватися таблицею, яка надається у Настанові гідрометеорологічним станціям та агрометеорологічним постам. У таблиці в крайніх колонках жирним шрифтом надруковано висоти снігового покриву в сантиметрах, у верхньому горизонтальному рядку - щільність снігу, причому ліворуч у таблиці - десяті частки щільності, а праворуч - соті частки.

**Приклад:**

Щільність снігу – 0,24, висота снігу – 19 см.

За таблицею (Додаток А) запаси води розраховуємо таким чином: вертикальному першому стовпчику знаходимо висоту снігу – 19 см, а у верхньому горизонтальному – щільність снігу, що відповідає десятим часткам, тобто 0,20.

У таблиці на перетині рядків із двома вказаними величинами знаходимо величину 38,0, а коли щільність становить не 0,20, а 0,24, то ще знаходимо запаси води із щільністю 0,04 (на перетині 19 см і 0,04 одержуємо 7,6) і додаємо до 38,0. Кінцевий результат становитиме 45,6 мм.

За допомогою таблиці можна також підрахувати запаси води у снігу і для висот снігу, більше ніж 60 см, потім для решти висоти).

**Запаси води в льодяній кірці**  $Q_{ЛК}$  обчислюють за формулою:

$$Q_{ЛК} = d_{ЛК} \cdot z_{ЛК} = 0,8 z_{ЛК}, \quad (4)$$

де  $d_{ЛК}$  - щільність льодяної кірки, яка дорівнює 0,8 г/см<sup>3</sup>;

$z_{ЛК}$  - середньозважена товщина льодяної кірки, отримана способом ділення суми фактичних вимірювань на 10.

**Запаси води в шарі снігу, насиченому водою**  $Q_{НВ}$  обчислюють за формулою:

$$Q_{НВ} = 10d_{НВ} \cdot z_{НВ} = 8 z_{НВ}, \quad (5)$$

де  $d_{НВ}$  – щільність снігу, насиченого водою, яка дорівнює 0,8 г/см<sup>3</sup>;

$z_{НВ}$  - середньозважена товщина шару снігу, насиченого водою, отримана способом ділення суми фактичних вимірювань на 10.

**Запаси води в шарі талої води**  $Q_{ТВ}$  обчислюють за формулою:

$$Q_{ТВ} = 10d_{ТВ} \cdot z_{ТВ} = 10 z_{ТВ}, \quad (6)$$

де  $d_{ТВ}$  – щільність талої води, яка дорівнює  $1,0 \text{ г/см}^3$ ;

$z_{ТВ}$  – середньозважена товщина шару талої води, отримана способом ділення суми фактичних вимірювань на 10.

**Приклад:**

1. За даними снігозйомки середня висота снігового покриву на маршруті  $h_C = 33 \text{ см}$ , середня щільність  $d_C = 0,22 \text{ г/см}^3$ .

**Запаси води в сніговому покриві:**  $Q_C = 10 \cdot 33 \cdot 0,22 = 72,6 \text{ мм}$ .

**Приклад:**

2. Запаси води в снігу дорівнюють  $72,6 \text{ мм}$ . З десяти точок для визначення щільності снігу у шести з них спостерігалась льодяна кірка товщиною 10, 13, 11, 7, 10 та 8 мм.

Середньозважена товщина льодяної кірки дорівнює:

$$(10 + 13 + 11 + 7 + 10 + 8) : 10 = 6 \text{ мм}.$$

Запаси води в льодяній кірці:  $Q_{ЛК} = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \text{ мм}$ .

**Загальні запаси води в сніговому покриві:**  $Q = 72,6 + 4,8 = 77,4 \text{ мм}$ ,

**Приклад:**

3. Запаси води в снігу дорівнюють  $72,6 \text{ мм}$ , у льодяній кірці –  $4,8 \text{ мм}$ . Крім цього, з десяти точок для визначення щільності снігу у п'яти з них спостерігався сніг, насичений водою, товщиною 5, 7, 4, 8 та 7 см.

Середньозважена товщина шару снігу, насиченого водою, дорівнює:

$$(5 + 7 + 4 + 8 + 7) : 10 = 3 \text{ см}.$$

Запаси води в шарі снігу, насиченому водою:  $Q_{НВ} = 8 \cdot 3 = 24,0 \text{ мм}$ .

**Загальні запаси води в сніговому покриві:**  $Q = 72,6 + 4,8 + 24,0 = 101,4 \text{ мм}$ .

**Приклад:**

4. У доповнення до умов, які описані в прикладах 1-3, в чотирьох точках для визначення щільності снігу спостерігався шар талої води товщиною 1, 3, 2 та 4 см.

Середньозважена товщина шару талої води дорівнює:

$$(1 + 3 + 2 + 4) : 10 = 1 \text{ см}.$$

Запаси води у шарі талої води:  $Q_{ТВ} = 10 \cdot 1 = 10 \text{ мм}$ .

**Загальні запаси води в сніговому покриві:**

$$Q = 72,6 + 4,8 + 24,0 + 10 = 111,4 \text{ мм}.$$

**Ступінь покриття маршруту снігом** визначають (з точністю до цілих), підраховують кількість точок, в яких виміряна висота снігового покриву. Цю кількість точок треба помножити на 10 і розділити на загальну кількість точок на маршруті. (100).

**Приклад:**

Із загальної кількості точок вимірювання висоти снігового покриву на маршруті (100) у 72 точках спостерігався сніговий покрив. Ступінь покриття маршруту снігом становить  $(72 \cdot 10) : 100 = 7$  балів.

**Ступінь покриття маршруту притертою льодяною кіркою (снігом, насиченим водою; талою водою)** визначають (з точністю до

цілих), підраховуючи кількість точок, у яких ці показники спостерігалися під час визначення висоти снігу. Цю кількість точок треба помножити на 10 і розділити на кількість запланованих вимірювань висоти снігу (100).

**Приклад:**

Зі ста точок для визначення висоти снігу у двадцяти з них спостерігали льодяну кірку. Ступінь покриття маршруту льодяною кіркою становить  $(20 \cdot 10) : 100 = 2$  бали.

Після завершення обробки результатів снігозйомки таблицю 207 книжки КСГ-2 доповнюють даними про середню товщину льодової кірки (мм), запаси води у снігу (льодяній кірці, шарі снігу, насиченому водою, шарі талої води); ступінь покриття снігом (притертою льодяною кіркою; снігом, насиченим водою; талою водою).

За результатами вимірювань висоти снігу та товщини льодяної кірки розраховують кількість вимірювань цих параметрів за градаціями і вміщують у таблицю 208 книжки КСГ-2.

## 2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Визначення свого варіанту студенти проводять за номером залікової книжки (якщо остання цифра 0 або 9 – перший варіант, якщо остання цифра 1 або 8 – другий варіант, якщо остання цифра 2 і 7 – третій варіант, 3 або 5 – четвертий варіант, 4 або 6 – п'ятий варіант).

Порядок виконання роботи такий:

1. В книжку КСХ-2м (табл. 1 (205) і 2 (206)) занести дані снігомірних зйомок свого варіанту з додатків.
2. Обробити результати визначення висоти в таблиці 1 (205).
3. Підрахувати суми висот по горизонталі та вертикалі. При правильному підрахунку вони повинні співпадати.
4. Визначити середню висоту снігового покриву на маршруті (суму висот розділити на 100).
5. Вибрати та підкреслити найбільші та найменші значення висоти. Якщо є оголена поверхня найменша висота не вказується, а відмічається косою лінією (/).
6. Обробити результати снігозйомок в таблиці 2 (206)
7. Визначити з точністю до сотих долей щільність снігу в кожній точці за формулою 1.
8. Визначити середню щільність снігового покриву. (Суму розділити на кількість відібраних проб снігу).
9. Розрахувати середні значення товщини притертої льодяної

кірки, шару снігу, насиченого водою та шару талої води шляхом ділення сумарного значення на кількість фактичних вимірювань.

10. Визначити середню товщину льодової кірки, шару снігу, насиченого водою та шару талої води (сумарне значення (табл. 2 (206) ділимо на 10)

11. Вибрати максимальне значення товщини льодової кірки з таблиці 2 (206).

12. Розрахувати середню, найбільшу та найменшу висоту снігового покриву з врахуванням середньої товщини притертої льодяної кірки.

13. Розрахувати запас води у шарі снігу, в льодовій кірці, в шарі снігу, насиченого водою, в шарі талої води та загальний запас води в сніговому покриві за формулами, що описані вище.

14. Визначити ступінь покриття маршруту снігом (у балах) шляхом ділення кількості точок, в яких вимірялася висота снігового покриву на загальну кількість точок (100) на маршруті та множенням результату на 10.

### 3. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Періоди та терміни проведення снігомірних зйомок на полях з озимими культурами та багаторічними травами.

2. Як визначити щільність снігового покриву?

3. Як розраховується запас води в сніговому покриві (у шарі снігу, крижаній кірці, шарі снігу насиченому водою, шарі талої води, загальний)?

### ЛІТЕРАТУРА

#### Основна

1. Вольвач В.В., Вольвач О.В. Агrometeorологічні вимірювання : підручник. Одеса: Екологія, 2006. 198 с.

2. Вольвач О.В. Агrometeorологічні вимірювання : конспект лекцій. Дніпропетровськ: Економіка, 2005. 112 с.

3. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія: підручник. Одеса: «ТЕС», 2012. 629 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2051>

#### Додаткова

4. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є. Практикум з сільськогосподарської метеорології: навчальний посібник. Одеса, 2002. 400 с. URL: <http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/2126>



## **ДОДАТКИ**

Варіант 1

Таблиця 205 книжки КСГ-2

Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)

Культура озима пшениця Ділянка № 8 Дата 10.03

Початок проведення снігозйомки 10 год 15 хв

Кінець проведення снігозйомки 12 год 10 хв

Проміри	Висота снігового покриву, см, в точці промірювання номер										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сума
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
00	12 лк	16	17	18	15	13	15	14	12	13	
10	17	14	9 тв	14	10 нв	14	20	10	18	19	
20	16	10 нв	20	18	17	17	10 тв	14	15	15	
30	14	14	10	14	13	14	19	25	23	15	
40	16	15	19	13 лк	15	15	15	19	12	18	
50	15	13	18	22	19	15	17	15	18	19	
60	20	14	17	19	16	10 лк	13	13	12	12	
70	12 лк	14	18	20	23	17	16	12	10 тв	14	
80	16	14	15	16	20	18	14	13	12	11	
90	14	16	15	13	12 лк	11	16	17	18	15	
Сума											
Середня висота снігу, см											
Льодяна кірка (кількість випадків)											
Сніг, насичений водою (кількість випадків)											
Тала вода (кількість випадків)											

**Таблиця 206 книжки КСГ-2**

**Щільність снігу, товщина льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі**

Культура озима пшениця Ділянка № 8 Дата снігозйомки 10. 03

Номер виміру	Відлік за шкалою циліндра (h), см	Відлік за лінійкою ваг (m), г	Щільність снігу (d <sub>c</sub> ), г/см <sup>3</sup>	Стан поверхні ґрунту	Вид льодяної кірки	Товщина		
						Притертої льодяної кірки, мм	Шару снігу, насиченого водою, см	Шару талої води, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	12	22		мерзлий	притерта		немає	немає
2	17	23		те саме	те саме		те саме	те саме
3	15	32		”	“		”	”
4	14	32		”			”	”
5	14	28		”	притерта	4	”	”
6	15	31		”	те саме	8	”	”
7	16	33		”	“		”	”
8	18	31		”			”	”
9	13	28		”	притерта		”	”
10	13	28		”	те саме	5	”	”
Сума								
Середнє				мерзлий	притерта		немає	немає

Варіант 2

Таблиця 205 книжки КСГ-2

Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)

Культура озима пшениця Ділянка № 6 Дата 10.03

Початок проведення снігозйомки 10 год 05 хв

Кінець проведення снігозйомки 12 год 00 хв

Проміри	Висота снігового покриву, см, в точці промірювання номер										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сума
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
00	30	25	28	15 нв	20	32	30	15 нв	18	21	
10	27	20 лк	20	18	27	20 тв	24	16	22	26	
20	35	35	22	25	30	38	20	17	21	30	
30	17 лк	28	45	28	28	31	27	41	33	20	
40	17 лк	20	46	25	20	29	18	40	32	24	
50	20	25	40	27	18	30	17	38	37	25	
60	24	28	38	29	20	32	19	34	32	31	
70	40	30	20	20	17 лк	42	22	27	20	26	
80	32	19	25	21 тв	40	39	25	31	25	21	
90	19	21	25	30	20	31	19	32	25	28	
Сума											
Середня висота снігу, см											
Льодяна кірка (кількість випадків)											
Сніг, насичений водою (кількість випадків)											
Тала вода (кількість випадків)											

**Таблиця 206 книжки КСГ-2**

**Щільність снігу, товщина льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі**

Культура озима пшениця Ділянка № 6 Дата снігозйомки 10. 03

Номер виміру	Відлік за шкалою циліндра (h), см	Відлік за лінійкою ваг (m), г	Щільність снігу (d <sub>c</sub> ), г/см <sup>3</sup>	Стан поверхні ґрунту	Вид льодяної кірки	Товщина		
						Притертої льодяної кірки, мм	Шару снігу, насиченого водою, см	Шару талої води, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	25	35		мерзлий	притерта		немає	немає
2	23	67		те саме	те саме		те саме	те саме
3	29	35		”	“	7	”	”
4	27	38		”		18	”	”
5	23	48		”	притерта	10	”	”
6	15	25		”	те саме	15	”	”
7	28	36		”	“		”	”
8	23	38		”			”	”
9	18	35		”	притерта		”	”
10	20	37		”	те саме		”	”
Сума								
Середнє				мерзлий	притерта		немає	немає

Варіант 3

Таблиця 205 книжки КСГ-2

Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)

Культура конюшина Ділянка № 55 Дата 10.02

Початок проведення снігозйомки 10 год 15 хв

Кінець проведення снігозйомки 12 год 10 хв

Проміри	Висота снігового покриву, см, в точці промірювання номер										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сума
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
00	35	47	39	35	34	36	36	44	38	35	
10	30	38	30	29	25	46	36	37	35	40 лк	
20	43 нв	44	34	38 лк	35	53	40	43	31	30	
30	36	38	27 тв	35	29	38	50	50	35	36	
40	38	30 нв	41	32	40	38	40	52	30	38	
50	35	35	27	33	44	38	34	34	32	32	
60	40	30	28	41	44	40	43	42	36	39 лк	
70	38	39	30	34	39	44	32	41	41	36	
80	37	35	38	26	37	27 тв	42 лк	32	47	37 лк	
90	47	36	38	30	33	37	33	42	21 нв	32	
Сума											
Середня висота снігу, см											
Льодяна кірка (кількість випадків)											
Сніг, насичений водою (кількість випадків)											
Тала вода (кількість випадків)											

**Таблиця 206 книжки КСГ-2**  
**Щільність снігу, товщина льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі**  
 Культура конюшина Ділянка № 55 Дата снігозйомки 10. 02

Номер виміру	Відлік за шкалою циліндра (h), см	Відлік за лінійкою ваг (m), г	Щільність снігу (d <sub>c</sub> ), г/см <sup>3</sup>	Стан поверхні ґрунту	Вид льодяної кірки	Товщина		
						Притертої льодяної кірки, мм	Шару снігу, насиченого водою, см	Шару талої води, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	22	56		мерзлий	притерта	14	немає	немає
2	29	57		те саме	те саме		те саме	те саме
3	28	65		”	“	18	”	”
4	32	61		”			”	”
5	31	60		”	притерта	26	”	”
6	28	68		”	те саме	21	”	”
7	30	55		”	“	6	”	”
8	26	62		”			”	”
9	31	21		”	притерта	3	”	”
10	40	64		”	те саме		”	”
Сума								
Середнє				мерзлий	притерта		немає	немає

Варіант 4

Таблиця 205 книжки КСГ-2

Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)

Культура озима пшениця Ділянка № 16 Дата 20.02

Початок проведення снігозйомки 11 год 15 хв

Кінець проведення снігозйомки 12 год 40 хв

Номер точки измерения	Высота снежного покрова , см, в точке измерения номер										Сумма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
00	33	31 нв	26	33	35	30	31	31	32	29	
10	34	32	33	32	31 нв	20	28	30	29	28	
20	30	29	30	31	32	34	30	33 лк	23	32	
30	33 лк	32	35	29	22 тв	35	38	31	34	33	
40	38	37	32	35	33 лк	30	36	32	35	30	
50	29	31	31	34	22	44	23	36	37	23	
60	32	38 лк	35	29	34 лк	29	32	30	31 нв	29	
70	31	32	36	32	30	29	30	29	30	27	
80	27	35 лк	31	31	32	38	35	24 тв	27	35	
90	31	32	31	30	33 лк	35	40	38	40	31 нв	
Сумма											
Середня висота снігу, см											
Льодяна кірка (кількість випадків)											
Сніг, насичений водою (кількість випадків)											
Тала вода (кількість випадків)											



**Таблиця 206 книжки КСГ-2**

**Щільність снігу, товщина льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі**

Культура озима пшениця Ділянка № 16 Дата снігозйомки 20. 02

Номер виміру	Відлік за шкалою циліндра (h), см	Відлік за лінійкою ваг (m), г	Щільність снігу (d <sub>c</sub> ), г/см <sup>3</sup>	Стан поверхні ґрунту	Вид льодяної кірки	Товщина		
						Притертої льодяної кірки, мм	Шару снігу, насиченого водою, см	Шару талої води, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	33	103		мерзлий	притерта		немає	немає
2	31	81		те саме	те саме	6	те саме	те саме
3	38	110		”	“	17	”	”
4	40	121		”		18	”	”
5	45	120		”	притерта		”	”
6	27	91		”	те саме	15	”	”
7	45	129		”	“		”	”
8	40	103		”			”	”
9	35	95		”	притерта		”	”
10	45	100		”	те саме	21	”	”
Сума								
Середнє				мерзлий	притерта		немає	немає

Варіант 5

Таблиця 205 книжки КСГ-2

Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)

Культура озима пшениця Ділянка № 2 Дата 10.01.15

Початок проведення снігозйомки 09 год 00 хв

Кінець проведення снігозйомки 12 год 15 хв

<b>Висота снігу (см), наявність притертої льодяної кірки (лк), снігу, насиченого водою (нв) і талої води (тв)</b>											
Проміри	Висота снігового покриву, см, в точці промірювання номер										Сума
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
00	8	9	7	12	11	14	6	9	3	9	
10	10	8 лк	0	13	9	7	8	11	8	4	
20	9	10	7	9	5	10	2	8	6	10	
30	15	6 нв	16	8	6	3 тв	7	5	3 тв	11	
40	10	7	10	11	7	14	9	10	5	7 лк	
50	8	9	8	7	10	14	4	12	10	7	
60	7	10	5 лк	7	9	10 лк	3	0	6	9	
70	11	9 лк	13	5 нв	8	13	11	4 тв	6	9	
80	6	12	11	5 лк	4	10	12	10	6	13	
90	7	10	5	9	11	4	12	9	7	13	
Сума											
Середня висота снігу, см											
Льодяна кірка (кількість випадків)											
Сніг, насичений водою (кількість випадків)											
Тала вода (кількість випадків)											

**Таблиця 206 книжки КСГ-2**

**Щільність снігу, товщина льодяної кірки (шару снігу, насиченого водою; шару талої води) при проведенні снігозйомки на полі**

Культура озима пшениця Ділянка № 2 Дата снігозйомки 28. 02

Номер виміру	Відлік за шкалою циліндра (h), см	Відлік за лінійкою ваг (m), г	Щільність снігу (d <sub>c</sub> ), г/см <sup>3</sup>	Стан поверхні ґрунту	Вид льодяної кірки	Товщина		
						Притертої льодяної кірки, мм	Шару снігу, насиченого водою, см	Шару талої води, см
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	27		мерзлий	притерта	40	немає	немає
2	10	34		те саме	те саме	21	те саме	те саме
3	6	20		”	“	21	”	”
4	7	24		”			”	”
5	6	19		”	притерта	19	”	”
6	8	26		”	те саме	22	”	”
7	6	21		”	“	40	”	”
8	9	29		”			”	”
9	7	24		”	притерта	25	”	”
10	10	34		”	те саме	11	”	”
Сума								
Середнє				мерзлий	притерта		немає	немає