

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий
гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: Динаміка режимних характеристик снігового покриву
на ст. Славське в період 1948 – 2020 рр.

Виконав студент 2 курсу групи МЗМ-22
Спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітня програма
«Метеорологія і кліматологія»
Марчишин Роман Миколайович

Керівник канд. геогр. наук, доцент
Хоменко Інна Анатоліївна

Рецензент д-р геогр. наук, професор
Берлінський Микола Анатолійович

Одеса 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий гідрометеорологічний інститут _____
Кафедра _____ Метеорології та кліматології _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 103 “Науки про Землю” _____
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Метеорологія і кліматологія _____
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

метеорології та кліматології

Прокоф'єв О.М.

“ 23 ” жовтня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

студенту _____ Марчишину Роману Миколайовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Динаміка режимних характеристик
снігового покриву на ст. Славське в період 1948 – 2020 рр. _____

Керівник роботи _____ Хоменко Інна Анатоліївна, канд.геогр.наук, доцент _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від “16” жовтня 2023 року № 215-С

2. Строк подання студентом роботи _____ 29 листопада 2023 р. _____

3. Вихідні дані до роботи _____ добові дані метеорологічних спостережень на
метеостанції Славське за 74-річний період з 1948 по 2020 рр. _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити)

1) виявлення трендів і циклічності в динаміці снігового покриву за
період 1948/1949 – 2019/2020рр.;

2) класифікація зимових сезонів 1948/1949 – 2019/2020 рр. за сніжністю і суворістю
зимових умов;

3) виявлення мінливості характеристик снігового покриву в залежності від сніжності
і суворості зими.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
графічне представлення часової мінливості кількості днів зі сніговим покривом,
датую формування і руйнування нестійкого і стійкого снігового покриву, тривалості
сезонів.; кількості днів з висотою снігового покриву 10 см і вище, 20 см і вище, 50 см і
вище; середньої і максимальної висоти, 90-тої і 10-тої процентилів, максимального
добового приросту снігового покриву за сезони.; коефіцієнтів сніжності і суворості
зими за сезони 1948/1949 – 2019/2020рр.

графічне представлення часової мінливості багаторічної осередненої висоти
снігового покриву, кількості днів зі сніговим покривом, кількості днів з від'ємним і
додатним приростом протягом сезону

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	немає		

7. Дата видачі завдання 23 жовтня 2023 р.

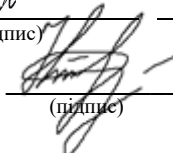
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Отримання завдання	23.10.2023 р.		
2	Збір вихідних даних до роботи. Ознайомлення з літературними джерелами за темою кваліфікаційної роботи бакалавра.	24–30.10.2023 р.	90	відмінно
3	Підготовка даних метеорологічних спостережень до обробки.	28.10–2.11.2023 р.	100	відмінно
4	Обробка даних метеорологічних спостережень за допомогою графічно-розрахункових пакету «Excel»	3–10.11.2023 р.	100	відмінно
5	Визначення дат початку і закінчення сезону, тривалості сезону, середньої і максимальної висоти снігового покриву за сезон, 90-тої і 10-тої процентилів, кількості днів зі сніговим покривом, зі сніговим покривом висотою 10 см і вище, 20 см і вище, 50 см і вище, максимального добового приросту снігового покриву, виявлення лінійних трендів, побудова графіків.	9–15.11.2023 р.	100	відмінно
6	Визначення коефіцієнтів суворості і сніжності зими. Класифікація зим за допомогою коефіцієнтів сніжності і суворості зими.	16–17.11.2023 р.	95	відмінно
7	Рубіжна атестація	13–17.11.2023 р.	95	відмінно
8	Аналіз отриманих результатів.	18–28.11.2023 р.	95	відмінно
9	Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату	29.11.2023 р.	97	відмінно
10	Перевірка роботи на плагіат, складення протоколу і висновку керівника. Підписання авторського договору.	30.11–2.12.2023р	–	–
11	Підготовка презентаційного матеріалу	–	–	–
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)	–	97	відмінно

Студент


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

Марчишин Р.М.

(прізвище та ініціали)

Хоменко І.А.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: „Динаміка режимних характеристик снігового покриву на ст. Славське в період 1948 – 2020 рр.”

Автор: Марчишин Р.М.

Актуальність проблеми. Сніг суттєво впливає на кліматичну систему, впливаючи на різні аспекти, такі як властивості ґрунту, зв'язок земля–атмосфера, радіаційний баланс і гідрологічний цикл. Це не тільки безпосередньо впливає на місцеві метеорологічні умови, але також впливає на атмосферні явища у більших просторових і часових масштабах, включаючи загальні аномалії циркуляції, зміни хвиль Россбі, раптові стратосферні потепління та літні мусони в Східній Азії. Враховуючи чутливість снігового покриву до глобального потепління, розуміння довгострокових тенденцій снігового покриву має вирішальне значення, особливо в світлі найбільшої статистично значущої тенденції підвищення температури повітря, зареєстрованої протягом зими та переходу зима-весна.

Метою даної роботи є оцінка змін і мінливості різних характеристик снігового покриву на ст. Славське за 72-річний період 1948/1949–2019/20.

Відповідно до поставленої мети було розв'язано такі **задачі**:

- виявлення трендів і циклічності в динаміці снігового покриву за період 1948/1949 – 2019/2020рр.;
- класифікація зимових сезонів 1948/1949 – 2019/2020 рр. за сніжністю і суворістю зимових умов;
- виявлення мінливості характеристик снігового покриву в залежності від сніжності і суворості зими.

Об'єкт дослідження – сніговий покрив.

Предмет дослідження – метеорологічні умови, за яких утворюється, підтримуються і руйнується сніговий покрив на ст. Славське.

Методи дослідження – фізико-статистичний і кліматичний аналіз.

Наукова новизна отриманих результатів.

В даній роботі *вперше* для ст. Славське:

- зроблено класифікацію зимових сезонів із застосуванням коефіцієнту сніжності і коефіцієнту суворості зими і виявлено 36 різних типів зими від дуже м'якої з дуже малою кількістю снігу до суворої і дуже сніжної;
- проаналізовано динаміку снігового покриву за весь доступний період спостережень за сніговим покривом.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані результати можуть сприяти поліпшенню розуміння впливу зміни клімату на сніговий покрив, що, в свою чергу, дозволить здійснювати більш реалістичні оцінки змін у сніговому покриві в майбутньому. Це важливо для адаптації економік регіонів до очікуваних змін та визначення ефективних стратегій в умовах зміни клімату.

Магістерська робота в обсязі 81 сторінки складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 24 джерел, 3 додатків, містить 29 рисунки і 3 таблиці.

Ключові слова: зміна снігового покриву, зміна клімату, зима, Славське, Українські Карпати

Summary

Topic: "The dynamics of regime characteristics of the snow cover at St. Slavske during the period 1948-2020."

Author: Marchyshyn R.M.

Urgency of the issue. Snow significantly influences the climate system, affecting various aspects such as soil properties, land-atmosphere coupling, the radiation budget, and the hydrological cycle. It not only directly impacts local meteorological conditions but also influences atmospheric phenomena at larger spatial and temporal scales, including general circulation anomalies, alterations in Rossby waves, sudden stratospheric warming events, and the East Asian summer monsoon. Given the sensitivity of snow cover to global warming, understanding long-term snow cover trends is crucial, especially in light of the greatest statistically significant increasing trend in air temperature recorded during winter and the winter-spring transition.

Aim of this study is to assess the changes and variability of various snow cover characteristics in Slavske in the 72-year period of 1948/49–2019/20.

According to aim assigned **such tasks** are solved:

- detection of trends and cycles in the dynamics of snow cover for the period of 1948/1949 - 2019/2020.
- classification of the winter seasons from 1948/1949 to 2019/2020 based on snowiness and severity of winter conditions.
- detection of the variability in snow cover characteristics based on the snowiness and the severity of winter.

Object of scientific research is snow cover.

Subject of scientific research is meteorological conditions under which the snow cover is formed, maintained and destroyed in the Slavske station.

Methods of scientific research – physical-statistical and climatic analysis.

Scientific novelty of results obtained.

In this work, for the first time for the Slavske station:

- winter seasons are classified based on the winter snowiness and winter severity coefficients. This analysis identified 36 different types of winters, ranging from very mild with very low snowy conditions to severe with very snowy conditions.
- The dynamics of snow cover are analyzed throughout the entire available period of snow cover observations.

Practical importance of results obtained. The obtained results can contribute to enhancing our understanding of the impact of climate change on snow cover. This, in turn, enables more realistic assessments of future changes in snow cover. Such insights are crucial for adapting regional economies to anticipated shifts and formulating effective strategies in response to climate change.

The master's thesis of 81 pages consists of 4 sections, conclusions, a list of references from 24 sources, 3 annexes, contains 29 figures and 3 tables

Keywords: snow cover change, climate change, winter, Slavske, Ukrainian Carpathians

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Фізичні умови снігоутворення та їх характеристики.....	8
1.1 Механізм формування опадів у вигляді снігу.....	8
1.2 Циркуляційні умови формування снігових явищ.....	15
1.3 Роль рельєфу у формуванні снігового покриву.....	16
2 Параметри снігового покриву.....	18
2.1 Висота снігового покриву.....	18
2.2 Щільність сніговідкладення.....	20
2.3 Температурний градієнт снігового покриву.....	22
3 Сніговий покрив на території України.....	24
3.1 Утворення та руйнування снігового покриву.....	24
3.2 Тривалість залягання снігового покриву.....	28
3.3 Висота, щільність і водозапас снігового покриву.....	30
3.4 Вплив температурного режиму на танення снігу.....	33
3.5 Сильні снігопади в Україні.....	35
4 Режимно-статистичні характеристики снігового покриву на ст. Славське.....	41
4.1 Кліматичний опис метеостанції Славське.....	41
4.2 Кількість днів зі сніговим покривом.....	42
4.3 Висота снігового покриву і його мінливість.....	48
4.4 Дати утворення і руйнування снігового покриву. Тривалість залягання снігового покриву.....	65
Висновки.....	72
Перелік посилань.....	73
Додаток А.....	75
Додаток Б.....	76
Додаток В.....	77

ВСТУП

Сніговий покрив є одним з найбільш чутливих явищ до зміни температури і опадів через те, що він, як вважається, є одним з найяскравіших індикаторів зміни клімату. Сніговий покрив в Україні в основному залежить від температури, у той час як вплив опадів на сніговий покрив не є таким помітним, головним чином через те, що частка снігу в опадах жорстко регулюється температурою [8]. При зростанні температури накопичення снігу знижується і зменшується період появи снігового покриву як в помірних широтах, так і на помірних і низьких висотах, але не в найхолодніших регіонах [2,3,9,11,17]. Залежність снігового покриву від температури запускає один з найбільш потужних зворотних ефектів, пов'язаних зі зміною клімату – завдяки високому альбедо сніг значно змінює потоки енергії між атмосферою та підстильною поверхнею [1]. З іншого боку, зростання температури зменшує висоту і площу снігового покриву. Згідно з проєкціями клімату в Європі, зокрема в Україні, очікуються подальше скорочення снігового покриву [5,23]. Проєкції передбачають зменшення максимальної висоти снігового покриву приблизно на 15% і 20% відповідно для RCP4.5 і RCP8.5 на період 2021–2050 рр. і подвоєння цього скорочення на період 2071–2100 рр.

Контекст людської діяльності широко досліджувався у різних роботах [10]. Згідно з роботою [10], сніговий покрив викликає зміни у водному та тепловому балансі. В роботі [7] підкреслюється важливість визначення початку та кінця потенційного періоду виникнення снігового покриву, особливо у секторах, таких як сільське господарство, транспорт і будівництво. Присутність снігу часто визначає початок або завершення різноманітних форм людської діяльності, пов'язаних з цими секторами. В роботі [13] зазначається важливість снігу для сільського господарства та обговорює наслідки його виникнення в міських районах.

Зважаючи на те, що смт Славське є одним із найбільш популярних центрів гірсько-лижного туризму та спорту в Україні, постає завдання прослідити мінливість клімату та, зокрема, снігового покриву на метеостанції Славське, яка є єдиним пунктом метеорологічних спостережень у даному районі. Тема дипломного проекту обрана виходячи із актуальності даного питання, отримані результати будуть використані в подальшому для розвитку господарства і економіки смт Славське .

Вихідними матеріалами послужили добові дані метеорологічних спостережень на метеостанції Славське за 74-річний період з 1948 по 2020 рр. В дипломному проекті розглянуто такі характеристики снігового покриву, як висота, дати появи та руйнування снігового покриву, добова мінімальна та середньодобова температура тощо.

Дипломний проект виконаний на кафедрі метеорології та кліматології під керівництвом доц. Хоменко І.А.

1 ФІЗИЧНІ УМОВИ СНІГОУТВОРЕННЯ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1 Механізм формування опадів у вигляді снігу

Фізика снігових опадів являє собою розділ фізики опадів, оскільки метеорологічні умови, необхідні для випадання снігу, не відрізняються від умов, необхідних для випадання інших типів опадів. У загальному випадку ймовірність випадання опадів визначається наявністю вологи в атмосфері, ядрами конденсації (ядра сублімації – найдрібніші тверді частинки які підняті в повітря (наприклад: пилюка, продукти горіння, різні хімічні речовини) при їх наявності (аміак, азот) конденсація може початися і в ненасиченому повітрі) і можливістю подальшого перетворення цієї вологи в опади. Таке перетворення частіше обумовлено охолодженням повітря внаслідок його конвективного підйому. Для випадання снігу температура повітря не повинна перевищувати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Повітряні маси, що нагріваються біля земної поверхні, насичуються водяними парами і піднімаються вгору, поступово охолоджуючись. При певній температурі вологість повітря досягає граничної насиченості, подальше зниження температури призводить до того, що повітря стає перенасиченим. Надлишки водяної пари конденсуються у вигляді дрібних крапель, які залежно від конкретних термодинамічних умов можуть зникати, рости, замерзати, перетворюючись на кристали льоду. Зародки кристалів льоду ростуть внаслідок конденсації на їх поверхні парів води з навколишнього повітря і замерзання цієї вологи. Швидкість росту кристалів тим більша, чим нижча температура хмари, в якій зароджуються ці кристали (рис. 1.1).

На початкових стадіях росту ці зародки можуть мати дві форми:

- 1) витягнуті по висоті шестигранні призмочки, які нагадують звичайний шестигранний олівець в значно зменшеному масштабі. Деколи на одній або на двох основах такої призми утворюються шестигранні пірамідки.

Виходить призмочка, загострена з одного або двох сторін. Такі кристали, сильно витягнуті в довжину, отримують стовпчасту чи іглову форму. Часто їх називають льодяними іглами.

2) шестигранні плоскі пластинки з рівними між собою кутами, які схожі на поперечні перерізи шестигранного олівця, в дуже зменшеному масштабі.

Такі ігольочки і пластинки називаються повними кристалами, із них складаються високі перисті хмари (Сі). При сильних морозах із них формується наземний льодовий туман, який блищить на сонці.



Рисунок 1.1 – Початкова стадія росту кристалів льоду

Обтяжені кристали льоду починають падати і при цьому обростають додатковим шаром льоду внаслідок замерзання крапель води, які вони зустрічають на своєму шляху. Помітне падіння кристалів льоду в атмосфері починається при досягненні ними розміру близько 50 мм. Під час падіння сніжинки проходять через шари повітря з різними температурно-вологісними

умовами, кінцева форма кристалів при досягненні землі є результатом складної взаємодії їх з навколишнім середовищем на всьому шляху їхнього падіння. Зростання сніжинок в атмосфері зазвичай відбувається одночасно шляхом сублімації водяної пари і замерзання переохолоджених крапельок води, що осідають. Для процесу сублімації пластинка-кристалик оточена повітрям в стані невеликого пересичення паром по відношенню до льоду, оскільки в таких умовах може рости кристалик-пластинка. На відміну від крапельок води, для росту яких необхідна відносна волога не менше 100%, льодяні кристалики можуть рости в повітрі, яке насичене по відношенню до води. Чим нижча температура, тим менше потрібно вологи для росту кристалика. По мірі росту кристалика пари, які знаходяться поблизу нього, розходяться на укріплення кристалика, і тому пара буде рухатися в напрямку до кристала, таким чином утворюючи відростки на його краях, а пізніше формуючи скелетну форму кристалика – сніжинку (рис. 1.2). Таким чином утворюються різні форми сніжинок, які можна спостерігати, ловлячи падаючі сніжинки на чорне сукно чи бархат.



Рисунок 1.2 – Скупчення кристалів льоду

Вчені і просто поціновувачі природи дуже давно почали займатися спостереженнями за випадінням сніжинок і вивченням їх форми. Таке вивчення є дуже важливим: як за формою, так і за розміром і вагою випавших сніжинок, вчені пробують судити про фізичні процеси у шарах атмосфери.

Вважалося, що сніжинки повинні бути правильної строго симетричної форми. Всі інші форми сніжинок вважались випадковою деформацією під час падіння. У подальшому вивченні сніжинок почали використовувати мікроскоп, електронний мікроскоп. Форми сніжинок уважно реєстрували і фотографували. Серед різноманіття форм розрізняють два основних види: пластинчасті і стержневі або стовпчасті сніжинки.

Пластинчасті форми сніжинок зустрічаються переважно в середніх широтах. Сніжинки стержневого типу зустрічаються в районах, більш близьких до полюсів. Рідше зустрічаються інші оригінальні форми, серед них є дуже цікава так звана «запонка» (рис. 1.3). Така сніжинка утворюється через зростання призми-стержня з двома пластинками або зірочками на кінцях.

Але при падінні сніжинки можуть легко з'єднуватися, зливатися, зчіплятися одна з одною. Таке з'єднання сніжинок називається коагуляцією. Коагуляція сніжинок відбувається:

- при температурах нижче 0°C , коли стикаються дві сніжинки будь-якими частинами, на місці їхнього стикання розвивається тепло, яке сприяє їх таненню, а потім вода знов замерзає, і сніжинки залишаються з'єднаними;
- при температурі вище 0°C , коли сніжинки можуть бути покриті талою водою, при зближенні вони зливаються в одну завдяки поверхневій пружності води;
- при сніжинках маючи складний розвиток, завдяки якому вони просто чіпляються одна за одну (рис. 1.4).

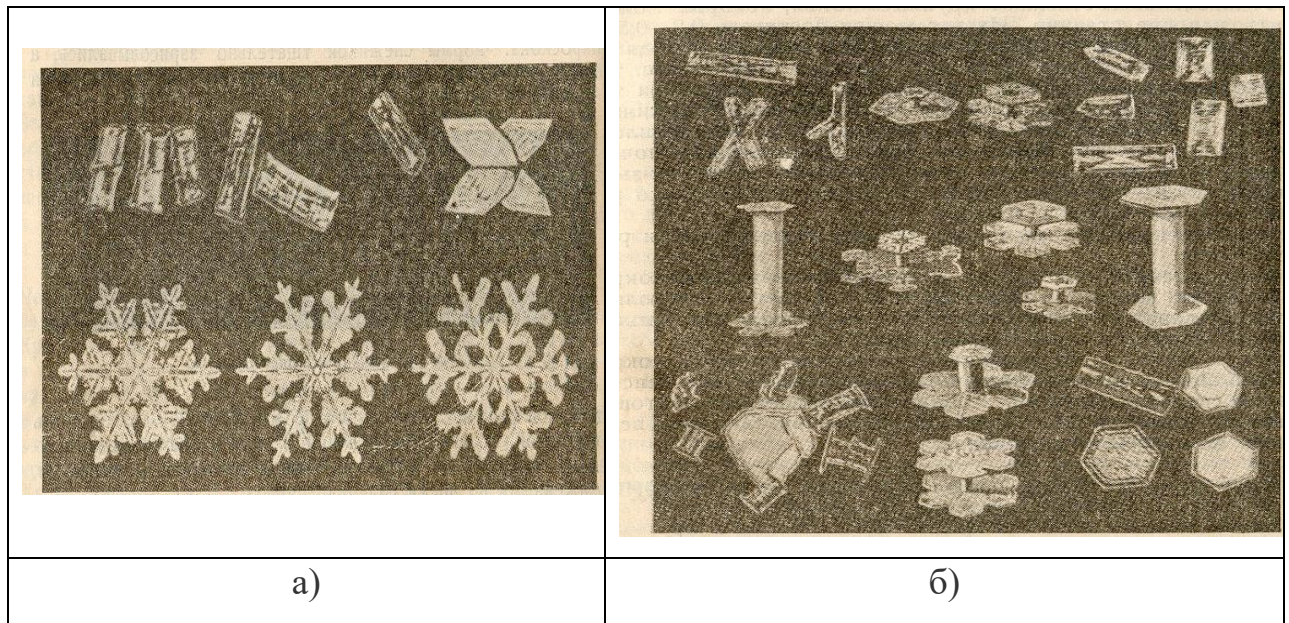


Рисунок 1.3 – Форми сніжинок: а) пластинчасті та стержневі;
б) сніжинка-«запонка»



Рисунок 1.4 – Процес злипання сніжинок

На стадії формування в атмосфері сніг можна визначати просто як частки льоду, що досягли в процесі росту в хмарі достатніх розмірів, щоб осідати з помітною швидкістю і досягати земної поверхні. На практиці таке

визначення слід використовувати з деякими застереженнями: наприклад, до терміну «сніг» не відносяться крижані крупинки і градини, так само як іній та ожеледь, що формуються на місці відкладення.

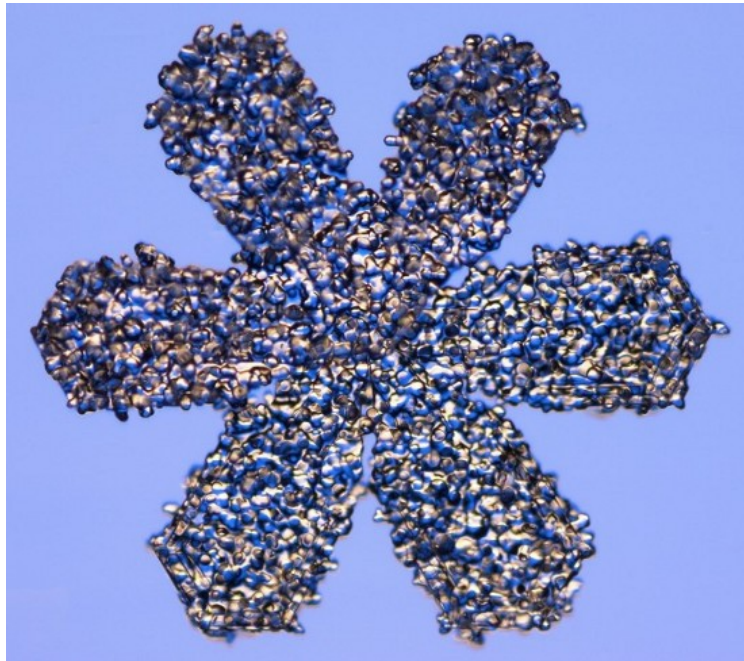


Рисунок 1.5 – Процес накопичення крапель води з подальшим замерзанням

Формування опадів визначається надходженням і розподілом вологи в атмосфері. Волога поступає в атмосферу внаслідок випаровування з океанів, річок, ґрунту, рослин тощо. Інтенсивність і напрям вологообміну між повітрям і підстильною поверхнею залежать від ряду факторів. Над водною поверхнею випаровування відбувається в тому випадку, якщо тепло надходить безпосередньо від сонця або з повітря, а градієнт тиску водяної пари позитивний, тобто тиск насиченої водяної пари в шарі повітря безпосередньо на водній поверхні більше, ніж тиск водяної пари в вищерозміщених шарах. На суші значний вплив на процеси вологообміну має наявність вологи, яка залежить від характеру клімату та ґрунту, а також режиму рослин.

Протягом зими основними джерелами вологи в атмосфері в північній півкулі є океани та моря, особливо Атлантичний океан. Континентальна повітряна маса, що переміщується над океаном, зазвичай характеризується більш низькими значеннями температури і тиску водяної пари, ніж безпосередньо прилеглий до води шар повітря, в результаті чого виникають потужні висхідні потоки тепла і вологи в нижніх шарах атмосфери. Висота шару конвекції залежить від поверхневого вологообміну і великомасштабних вертикальних переміщень повітряних мас, які в свою чергу визначаються загальним характером атмосферної циркуляції.

Говорячи про вплив атмосферної циркуляції на характер розподілу атмосферної вологи, доцільно розглядати кількість рідкої води, яка могла б утворитися при конденсації всієї пари з вертикального атмосферного стовпа одиничного перетину.

Опади формуються в тих випадках, коли висхідні вертикальні рухи повітря призводять до його охолодження внаслідок адіабатичного розширення. Строго адіабатичне охолодження нечасто зустрічається в атмосфері, водночас неадіабатичні ефекти настільки слабкі, що при вирішенні більшості завдань їх можна не враховувати. Доцільно виділити чотири типи вертикальних рухів, пов'язаних з процесом опадоутворення:

- горизонтальна конвергенція: при формуванні області низького тиску в приземному шарі створюються умови для розвитку висхідних рухів повітря;

- орографічний підйом: повітряна маса перевалює через перешкоду у вигляді гори, гряди або групи пагорбів, спостерігається підйом і охолодження повітря, в результаті чого відбувається інтенсивна конденсація і випадіння опадів;

- конвективний підйом: при нерівномірному прогріванні або адвекції якась частина атмосферного повітря виявляється більш теплою і менш щільною, ніж навколишні маси повітря (наприклад, коли повітряна маса проходить над більш теплою водоймою), в результаті утворюються висхідні

потоки, що призводять до формування купчастих хмар, з яких при мінусовій температурі можуть випадати зливові снігові опади;

- фронтальний підйом: фронтальними зонами називаються перехідні зони, що розділяють великі повітряні маси, температура і вологість яких істотно розрізняється.

1.2 Циркуляційні умови формування снігових явищ

Формування і маса снігового покриву обумовлюються географічною зональністю, рельєфом поверхні, загальною циркуляцією атмосфери і кількістю твердих опадів. Значну неоднорідність у формуванні снігового покриву, особливо в горах, викликає вітрове перенесення снігу.

Утворення і випадання опадів в Україні — наслідок складних макроциркуляційних процесів, що визначають тепло і вологообмін в атмосфері. Суть цих процесів полягає у перенесенні на значну відстань тепла і вологи з Атлантики і Середземного моря, а також розвитку під впливом циклонічної діяльності великомасштабних вертикальних рухів, що призводять до піднімання вологи у тропосфері.

Перенесення повітряних мас тісно пов'язане з циклонічною діяльністю. Річний хід опадів в Українських Карпатах, як і на переважній частині території країни, відноситься до континентального клімату. Амплітуда коливання опадів залежно від місцезнаходження станції змінюється від 50 мм (у передгір'ї) до 100 мм і більше (на високогір'ї). В окремі роки кількість опадів в окремі місяці і за рік може істотно відрізнятися від середніх значень. Уявлення про часову мінливість опадів в Українських Карпатах дають значення середнього квадратичного відхилення, які змінюються і від 20 до 60 мм. Найбільша мінливість опадів припадає на літні місяці, найменша — на зимовий сезон.

Сильні снігопади, насамперед, пов'язані з виходом південних циклонів із Середземного моря чи Балканського півострова і переміщенням циклонів із заходу (особливо при проходженні холодного фронту з хвилястими

збуреннями). Істотно рідше ці опади можуть формуватися в пірнаючих циклонах чи в штормовій перехідній зоні між антициклоном над Європейською частиною Росії і циклоном над Чорним морем [19].

1.3 Роль рельєфу у формуванні снігового покриву

Вплив рельєфу на формування снігового покриву різнобічний і визначається зміною висоти місцевості над рівнем моря, різноманітністю форм рельєфу, крутизною схилів та їх орієнтацією відносно сторін світу і повітряних течій [22].

На погоду і клімат впливає вся гірська система Карпат, незалежно від державних кордонів, яка простягається на 1500 км від Девинських Воріт до Залізних Воріт на Дунаї. Карпати розпадаються на окремі хребти та масиви, розділені глибокими улоговинами та міжгірними долинами. Українські Карпати орієнтовані з північного заходу на південний схід, від верхів'їв річки Сан до річки Сірет у вигляді ряду паралельних хребтів.

Кількість опадів у горах залежить від орієнтації та відкритості схилів відносно вологонесучого потоку, їх розчленування, висоти, від загальних умов розташування і особливостей циркуляції атмосфери.

Західні, південно-західні і південні схили Українських Карпат є навітряними відносно теплих повітряних мас, що переміщуються з Атлантики і Середземного моря. Під час перевалювання через Карпати південно-західних циклонів на навітряних схилах спостерігається збільшення опадів, на підвітряних за умов орографічної дивергенції — їх зменшення. Отже, південно-західні і південні схили отримують дещо більше опадів (800 - 1200 мм), ніж північні і північно-східні (700 - 900 мм). На однакових висотах відмінності у кількості опадів, що випадають за рік, на різних схилах можуть досягати 100 мм і більше.

Найкраще зволожений Вододільний гірський хребет, над яким досить часто створюються умови для активізації фронтів. Зазвичай посилення

фронтів над територією Українських Карпат відбувається у тих випадках, коли на захід і схід від них установлюються потужні антициклонічні утворення. Отже, у центральній частині Українських Карпат кількість опадів за рік перевищує 1000 мм, а в окремих місцях вона досягає 1500 мм. На високогір'ї (Пожежевська, висота 1429 м) кількість опадів за рік становить 1463 мм, а на станції Плай (висота 1330 м) — 1663 мм.

У Передкарпатті кількість опадів за рік змінюється від 650 до 900 мм залежно від висоти місця. У районі Чернівців (висота 242 м) випадає 660 мм, Коломиї (298 м) - близько 700 мм, Яремчі (531 м) — 931 мм. На Закарпатській низовині кількість опадів становить 700-760 мм. Зі збільшенням висоти кількість опадів значно зростає.

У холодний період року найбільша кількість опадів випадає вздовж Вододільного хребта і досягає понад 600 мм (Плай — 618 мм). По обидва боки від нього на схід і захід кількість опадів зменшується.

У січні-лютому відмічається найменша кількість опадів. Від січня до березня вона зменшується на 5 - 10 мм. Інтенсивне збільшення (на 30 - 50 мм) опадів починається з квітня, особливо у Передкарпатті.

2 ПАРАМЕТРИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ

Сніговідкладення характеризуються товщиною свіжого снігу, який сформувався за конкретний період. За окремими значеннями товщини снігу визначається сумарне снігонакопичення за одиничну заметіль, добу, місяць або рік. Загальна кількість опадів дорівнює сумі шару рідких і твердих опадів. Сніговий покрив являє собою сніг, який повністю або частково покриває поверхню Землі.

Правильне використання даних про характеристики снігопадів і снігового покриву залежить від запитів споживача, який має представляти собі спосіб отримання даних, проблеми їх вимірювань і обробки.

2.1 Висота снігового покриву

Найпростішим інструментом для вимірювання щойно випавшого снігу служить градуйована рейка, встановлена вертикально. На метеостанціях є три стаціонарні рейки і одна переносна. Стаціонарні рейки встановлюються на метеомайданчику перед початком зимового сезону згідно схеми їх розташування [24]. Спостереження проводять по всіх трьох рейках. Висота на кожній із них може бути різною, тому знаходять середню висоту снігового покриву за формулою:

$$\overline{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3}{3}, \quad (2.1)$$

де H_1, H_2, H_3 – висота по поділках стаціонарних рейок, см.

Особливу обережність спостерігач повинен проявляти при визначенні репрезентативної середньої товщини свіжого снігу при хуртовинах. У таких випадках необхідно проводити велику кількість вимірів на ділянках як зносу,

так і акумуляції снігу. Оцінка водного еквівалента свіжого снігу за даними рейкових вимірювань може проводитися на основі приблизної залежності між товщиною снігового покриву і його водним еквівалентом. Зазвичай середня щільність щойно випавшого снігу приймається рівною 100 кг/м³. Інакше кажучи, шар такого снігу завтовшки 1 см відповідає 1 мм водного еквівалента.

Насправді щільність щойно випавшого снігу змінюється від району до району, від снігопаду до снігопаду і часто протягом одного снігопаду. Для отримання більш точних даних про водний еквівалент снігового покриву з снігомірної дошки відбираються зразки снігу і розтоплюються. Щоб не порушувати сніговий покрив постійна снігомірна рейка встановлюється з осені на вибраному для неї місці. Попередньо в землю вбивають кілочок завдовжки 40-60 см, на якому є випиляна сходинка. До кілочка пригвинчують снігомірну рейку, зроблену з дерев'яного бруска, довжиною близько 2 м шириною не менше 5 см, розмічену на сантиметри. Відлік слід брати на відстані 5-6 кроків від рейки, щоб не порушувати снігового покриву, і завжди з одного і того ж місця. Відраховують висоту по рейці в цілих сантиметрах по відмітці, на яку припадає загальний рівень снігового покриву, що лежить біля рейки.

Крім постійної рейки використовується переносна, яка представляє собою прямокутний брусок довжиною в 180 см, шириною 2 см. На одній стороні рейки нанесені сантиметрові відмітки. Кінець рейки забезпечений залізним наконечником. Визначення висоти снігового покриву за допомогою переносної рейки проводиться шляхом уткання рейки загостреним кінцем у сніг, причому слід бути впевненим, що вона дійшла до поверхні ґрунту, але не увійшла в землю. Переносна снігомірна рейка використовується тільки на снігомірному маршруті. Підчас снігозйомки переноснов снігомірнов рейков проводяться заміри висоти снігу кожних 20 м і записуються у книжку КМ-5, таких замірів проводиться рівно 100 раз і з цих записів виносяться

максимальні, мінімальні і середні (за допомогою сумування всіх промірів і ділення на їх кількість) значення.

2.2 Щільність сніговідкладення

Відомо, що важливою характеристикою снігового покриву є щільність снігового покриву, за якою можна визначити запаси води в снігу. За щільність снігового покриву беруть відношення об'єму води (в см³), що знаходиться у снігу, до обсягу снігу (в см³). Для визначення запасів води у снігу треба знати висоту снігового покриву і щільність. Щільність снігового покриву відіграє велику роль у справі запобігання ґрунту від промерзання, так як в залежності від щільності снігового покриву значною мірою змінюється і його теплопровідність. При ущільненні снігу теплопровідність снігового покриву зростає, і отже, ґрунт буде менш забезпечений від промерзання, ніж при пухкому, неущільненому снігу. Щільність снігового покриву протягом зимового періоду слід періодично визначати, так як при зміні температури, вітру стан снігового покриву може значною мірою змінюватися. Рекомендується щільність снігового покриву визначати один раз у п'ять днів (5, 10, 15, 20, 25 числа і в останній день кожного місяця), а також понад це в дні після великих снігопадів і хуртовин. Місцем спостережень для визначення щільності снігового покриву служить спеціальна ділянка на якій проводиться снігомірний маршрут. Інструментами за допомогою яких визначається щільність снігового покриву є снігомір ваговий ВС-43 (рис. 2.1) і рейка переносна М-104 (рис. 2.2).

Снігомір ваговий ВС-43 складається з металевого циліндра (10), підвісу (5) з вагами і лопатка (12). Висота циліндра становить 60 см, площа поперечного перерізу становить 50 см². На циліндр надіте пересувне кільце (9), яке вільно переміщується вздовж циліндра (10); нижня частина циліндра закрита кришкою (11), а верхня закінчується кільцем (8) з різальною кромкою; на зовнішньому боці циліндра винесена шкала з ціною поділки 1

см; за допомогою дужки (7) циліндр підвішується до ваг. Ваги складаються з коромисла (1) на якому нанесена шкала ціною поділки 5 г; біля кожної поділки шкали коромисла нанесена цифри від 1 до 30. Коромисло спирається на підвіс (5) з кільцем (4), за яке ваги тримають під час зважування. Для врівноваження ваг використовують пересувний тягарець (2) з отвором, через який видно шкалу. На нижньому скошеному ребрі тягарця є риска, яка вказує на відлік за шкалою ваг під час їхнього врівноважування. Нуль вагів контролюють врівноваженням порожнім циліндром. Металева лопатка снігомірна (12) має зубчики з одного боку і шкалу з міліметровими поділками з іншого боку.

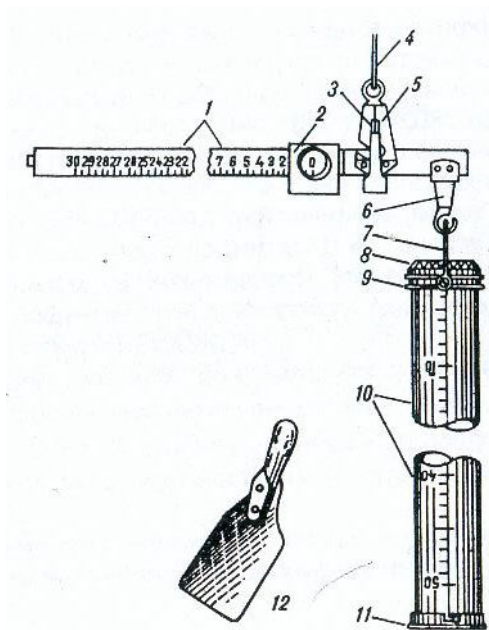


Рисунок 2.1 – Снігомір ваговий ВС-43

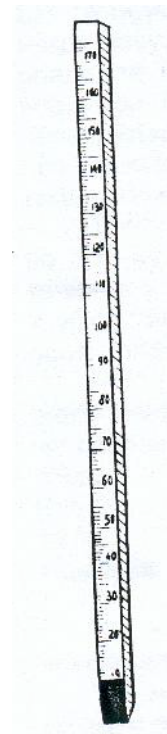


Рисунок 2.2 – Рейка переносна М-104

Інструментом для вимірювання щойно випавшого снігу служить градуйована рейка, встановлена вертикально. При відсутності хуртовинного переносу середня товщина снігу, який випав під час снігопаду, визначається за результатами вимірювань в декількох точках. Вимірювання проводяться

на снігомірних майданчиках або з використанням снігомірних дощок, поверхня яких очищається від старого снігу до початку снігопаду.

Вимірявши щільність снігового покриву визначається і запас води в шарі снігового покриву, таким чином можна спрогнозувати весняні повені і кількість територій які можливо будуть затоплені.

2.3 Температурний градієнт снігового покриву

Крім так званих точкових вимірювань характеристик снігу проводяться снігомірні зйомки. Для цього вибирається маршрут снігомірної зйомки. Він повинен проходити по різноманітному рельєфу і ділянках з різною рослинністю, так як має бути отримана характеристика розподілу снігу на різних елементах рельєфу і схилах різної експозиції. Снігомірні зйомки проводяться раз в 10 днів, тобто 10, 20 і останні числа місяця. Рекомендується снігомірні профілі укласти по поперечному профілю долини, по можливості між двома вододілами.

Велике значення мають спостереження з вивчення температурного режиму, стратифікації і мікроструктури снігової товщі. Найважливішою причиною перекристалізації снігової товщі є значний температурний градієнт усередині снігового покриву. Температурний градієнт виникає тому, що сніг - хороший теплоізолятор. Наприклад, дуже часто в нижніх горизонтах снігу спостерігається температура близько нуля, а на поверхні снігу температура може бути і -10 і -20 °C. У той же час пружність водяної пари при різних температурах наступна: при 0 °C пружність водяної пари дорівнює 4,58 мм, при -10 °C близько 1,97 мм, а при -20 °C досягає 0,79 мм.

При великому перепаді температур йде міграція речовини в пористому середовищі знизу вгору, причому водяна пара мігрує від більш теплих горизонтів до більш холодних. Холодні горизонти снігу нагріваються, тому що відбувається сублімація водяної пари, а теплі горизонти за рахунок

випаровування охолоджуються. При цьому в теплих горизонтах виникають розпушення. Один раз в декаду проводиться пошаровий опис структури снігу дослідних майданчиків і визначення щільності снігу по окремих горизонтах. Для кожної площадки обчислюються величини температурного градієнта і складаються криві ходу величини градієнта в кожному шарі снігу.

3 СНІГОВИЙ ПОКРИВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Сніговий покрив істотно впливає на формування клімату в зимовий сезон. Він має високу відбивну та випромінювальну здатність, різко зменшує радіаційний баланс, сприяє охолодженню нижніх прилеглих до нього шарів повітря та формуванню над значною територією суходолу стійких антициклонів. Сніг, злежуючись у великій кількості в западинах та поблизу різних перешкод, вирівнює та згладжує підстильну поверхню, внаслідок чого зменшується шорсткість і збільшується швидкість вітру. Сніг відіграє значну роль у формуванні термічного режиму приземного шару повітря та зволоженні верхніх горизонтів ґрунту.

Внаслідок розвіювання та перенесення снігу вітром може істотно змінитись початковий вигляд снігового покриву, особливо у районах із переважанням сильного вітру та пересіченої місцевості. Існує значний ефект перерозподілу снігу там, де рельєф сильно розчленований, підвищені місця часто незахищені, а в улоговинах та біля перешкод відбувається його накопичення.

3.1 Утворення та руйнування снігового покриву

Час формування, висота, щільність і тривалість залягання снігового покриву залежать від характеристик клімату, зокрема від його континентальності. В областях з різко континентальним кліматом велика частина снігу випадає на початку зими і відкладається на мерзлий ґрунт. Товщина снігу відносно невелика, і в ньому виникають великі градієнти температури, сприяють процесам температуроградієнтного метаморфізму і утворенню шару глибинної паморозі.

В областях з помірно континентальним кліматом сніг найчастіше починає відкладатися на ще теплий ґрунт, і перші шари снігу можуть розтавати. Тому стійкий сніговий покрив формується з запізненням в

порівнянні з датами початку снігопадів. Снігопади бувають протягом усієї зими, тому сніговий покрив характеризується шаруватістю, для нього характерні процеси ущільнення та ізотермічного метаморфізму.

Зазвичай спостерігаються відмінності у формуванні снігового покриву з року в рік. За обсягами випаденого снігу виділяють багато-, середньо-, і малосніжні зими. Багато-і малосніжними зимами прийнято називати такі зими, коли середні декадні висоти снігового покриву відхиляються від середніх багаторічних величин більше, ніж на 25%. Якщо ж відхилення не досягають 25%, то зима вважається середньо сніжною.

Установлення снігового покриву на території України [22] здебільшого відбувається протягом місяця. На північному сході та в Українських Карпатах він залягає у середньому в першій декаді листопада, у Лісостепу, Кримських горах та Передкарпатті — у другій декаді листопада. У кінці листопада сніг вкриває вже більшу частину території. На півдні це відбувається ще пізніше: на Причорноморській та Закарпатській низовинах — в першій декаді, у рівнинному Криму — другій декаді грудня, а на Південному березі Криму — першій декаді січня.

Залягання снігу на відкритій і захищеній місцевості та в горах має свою відмінність. Перерозподіл снігу в містах незначний, тому що парки та висотні споруди сприяють зменшенню швидкості вітру, а отже і здуванню та переміщенню снігу.

Залежно від особливостей синоптичних процесів дати появи снігового покриву в окремі роки істотно коливаються. Сніговий покрив може з'явитись на більшій частині території як наприкінці жовтня — перших числах листопада (1991, 1992 рр.), так і у першій-другій декаді грудня (1990, 1996 рр.).

Для розкриття динаміки дат появи та сходження снігового покриву, утворення та руйнування стійкого снігового покриву використовується імовірнісний метод. За його допомогою були побудовані номограми, із яких

можна отримати характеристики снігового покриву заданої ймовірності для різних районів, якщо відомі їх середні значення.

Сніговий покрив із 5%-ною ймовірністю (один раз на 20 років) може спостерігатись у першій декаді жовтня на північному сході та в першій декаді листопада у південних районах. Майже щорічно (95%-на ймовірність) відмічається сніговий покрив відповідно у першій декаді грудня та в другій декаді січня. Розподілу дат появи снігового покриву властива слабка асиметрія, тому що їх середні значення майже співпадають із 50 %-ною ймовірністю.

У середньому через місяць після появи снігового покриву встановлюється стійкий сніговий покрив. У період передзим'я (між появою снігового покриву та його стійким утворенням) може відмічатись короткочасне утворення снігового покриву. Земна поверхня у цей час ще недостатньо охолоджена, на ґрунті спостерігається позитивна температура.

У місті здування снігу не відбувається, тому стійкий сніговий покрив тут утворюється дещо раніше, ніж на околицях, де перший сніговий покрив у відкритих незахищених умовах переміщується, змішуючись з землею і класифікується як тимчасовий. В окремі роки період передзим'я може збільшуватись до 100 днів. В умовах нестійкого термічного режиму період передзим'я у Передкарпатті та в горах нерідко триває до 30-40 днів. На Закарпатській низовині цей період становить близько 20 днів. Іноді одразу після появи снігу формується стійкий сніговий покрив. У цей період переважають циркуляційні процеси, які зумовлюють зниження температури повітря та значне охолодження підстильної поверхні.

Стійкий сніговий покрив найраніше (у першій половині грудня) утворюється в Українських Карпатах та на північному сході. У горах його залягання залежить від експозиції схилів. На північно-східних схилах Українських Карпат вія утворюється на 4-6 днів раніше, ніж на південно-західних. На значній частині території країни стійкий сніговий покрив установлюється у третій декаді грудня, в південних районах та на

Закарпатській низовині — лише у першій декаді січня. В окремі роки стійкий сніговий покрив з'являється у другій-третій декадах листопада (майже на місяць раніше середніх дат) або лише у першій декаді січня. Один раз на 20 років (5 %-на ймовірність) стійкий сніговий покрив може утворитись на північному сході на початку листопада, а на півдні — у першій декаді грудня. На північному сході майже щорічно з 95%-ною ймовірністю стійкий сніговий покрив спостерігається у середині січня, а на сході — у середині лютого.

Весною, з підвищенням температури повітря починається руйнування стійкого снігового покриву. Найраніше він руйнується на крайньому заході країни, на Закарпатській низовині та в Передкарпатті — наприкінці лютого — на початку березня, у Кримських горах — першій декаді березня, у північно-східних районах — у другій декаді березня.

В Українських Карпатах на висоті 500 - 700 м стійкий сніговий покрив руйнується у середині березня, а на вищих рівнях — пізніше (наприкінці квітня або у першій декаді травня). Із 5%-ною ймовірністю (один раз на 20 років) сходження стійкого снігового покриву може відбутися в західних районах у першій декаді січня, а на сході — на початку лютого. Майже щорічно відбувається руйнування стійкого снігового покриву на сході наприкінці березня, а на північному сході — у третій декаді квітня.

Танення і руйнування снігового покриву обумовлюється наступними причинами:

- адвективними притоками теплого повітря;
- дією променевої енергії Сонця;
- випаданням дощу з плюсовою температурою дощової води.

Дослідження показали, що при ясній погоді таненню снігу в більшій мірі допомагає сонячна радіація. Під її дією тоне близько 30% снігового покриву. Вплив дощу на процес танення менш значний. Як встановлено дослідниками, в період танення снігу біля 70% всього тепла поступає з повітря.

Немалу роль в процесі танення відіграє рельєф місцевості. Так наприклад, південні схили пагорбів, які більше освітлюються Сонцем, звільнюються від снігового покриву раніше, ніж північні.

Частина талої води проникне в землю і створить сприятливі умови для успішного росту і розвитку рослин. Частина талої води стече в струмки і ріки, чим викличе їхній розлив. Якщо земля до початку снігосходження мерзла, то вся вода потрапить до річок і струмків, якщо ж, навпаки, до цього періоду земля відтанула на глибину активного шару, то вода злегкістю проникає в неї.

3.2 Тривалість залягання снігового покриву

Стійкий сніговий покрив утримується близько 60 -70 днів [22]. У напрямі на захід тривалість залягання стійкого снігового покриву зменшується. У районах Волинської, Подільської та Донецької височин, і в Кримських горах вона дещо зростає (до 80 днів), а в Українських Карпатах — навіть досягає 100 - 110 днів. Така ж тривалість його залягання відмічається й на північному сході. В окремі зими період залягання стійкого снігового покриву може зменшуватись до 20 - 30 або подовжуватись до 130 - 140 і навіть 150 -160 днів. Поряд з цим, бувають зими без стійкого снігового покриву (1965 - 66, 1973 - 74, 1974 - 75 рр.). Подібною була зима 1989 - 90 р., коли в окремих районах стійкий сніговий покрив був відсутній, або утримувався майже 40 - 60 днів, а на Причорноморській низовині — до 10 днів. На Закарпатській низовині відмічається до 50% зим без стійкого снігового покриву, у Передкарпатті — близько 20%. У Криму зими досить теплі, з частими відлигами, тому на більшій частині півострова у 80% зим стійкий сніговий покрив не утворюється. Проте у Ялті у 1954 р. він залягав з 3 січня до 25 лютого, а в 1985 р. — з 4 лютого до 10 березня. В Українських Карпатах зим без стійкого снігового покриву не буває. На півдні Причорноморської низовини, включаючи і рівнинний Крим, один раз на 20

років (5 %-на ймовірність) сніговий покрив зникає на початку лютого, а на північному сході — наприкінці березня.

На Причорноморській низовині майже щороку (із 95%-ною ймовірністю) сніговий покрив сходить у першій декаді квітня, а на північному сході — лише у двадцятих числах квітня.

Період між руйнуванням стійкого снігового покриву та остаточним сходженням снігу називають післязим'ям.

Він нетривалий і продовжується від 15 (у північних та східних районах) до 25 днів — на решті території. В окремі роки післязим'я не спостерігається, або може тривати понад 100 днів.

Сніговий покрив найраніше сходить на рівнинній частині Криму та на півдні Причорноморської низовини — на початку, а на крайньому заході — наприкінці другої декади березня. На більшій частині території Полісся та Лісостепу сніг сходить наприкінці березня, а на північному сході та в Кримських горах і Українських Карпатах — на початку квітня, на висоті 500 - 700 м — наприкінці першої або на початку другої декади квітня. На південно-західних схилах Українських Карпат сніговий покрив зникає на декілька днів раніше, ніж на північно-східних.

Тривалість залягання снігового покриву — це період між його появою та сходженням. На північному сході вона становить 140 днів, у північних та східних районах — біля 130, південних районах — менше 100 днів. В окремі зими сніг залягає 80 - 90 днів (1973 - 74, 1974 - 75, 1990 - 91 рр.), а в південних районах - 40 - 60 днів (1971 - 72, 1989 - 90, 1992 — 93 рр.), на Південному березі Криму — навіть близько 30 днів (1994 - 95 рр.).

Число днів із сніговим покривом змінюється на рівнинній території у межах від 30 до 110 днів. В Українських Карпатах ці коливання становлять від 50 (на Закарпатській низовині) до 160 днів (на високогір'ях). На Донецькій височині та в Кримських горах число днів досягає майже 90, на заході України — менше 80, а в Степу число днів зменшується (з півночі на південь) від 70 до 40. Це пов'язано із зміною теплового та радіаційного

режиму. На Причорноморській низовині та на рівнинній частині Криму воно становить 30-40, а на узбережжі — близько 20 днів.

В окремі зими на північному заході число днів із сніговим покривом може змінюватись від 40 до 160, а на півдні та заході — від 2 до 100 днів. У зими 1995 - 96, 1996 - 97 рр. у гірських районах сніг залягав 185 днів.

3.3 Висота, щільність і водозапас снігового покриву

Висота снігового покриву в основному залежить від кількості опадів та температури у період снігонакопичення. Крім того, на неї впливає перенесення снігу вітром, випаровування та інші чинники. Цей показник змінюється як протягом зими, так і в окремі роки.

У холодні зими спостерігається закономірне збільшення висоти снігового покриву протягом зими. Максимальне снігонакопичення буває наприкінці лютого або в березні. У теплі зими максимальна висота може відмічатись у будь-якому місяці холодного періоду. У третій декаді грудня середня висота на більшій частині території становить 3 - 5 см, а надалі вона зростає до 7 - 9 см. На значній частині території найбільші значення висоти (12 -15 см) спостерігаються у лютому, а в південних районах — у третій декаді січня (5-7 см). У третій декаді березня відбувається швидке зменшення висоти до 2 - 4 см.

У гірських районах висота снігового покриву зростає разом з висотою місцевості. На північному заході Українських Карпат вона становить 40 см, у центральній частині знаходиться район з висотою снігового покриву понад 50 см. У високогірній частині — на Свидовці, Чорногорі та інших — висота становить понад 70 см. В окремі зими висота снігового покриву може відхилятися від середніх значень і досягати 50 см і більше, а в гірських районах - навіть понад 100 см. На північному сході та на Волинській і Подільській височинах вона дорівнює 20 см, на північному заході, крайньому

сході та в південних районах — менше 15 см, на Чорноморському узбережжі — менше 10 см.

Щільність снігу залежить від розміру та структури сніжинок, висоти снігового покриву, тривалості його залягання, швидкості вітру та температури повітря. На початку зими сніг має невелику щільність — 150 - 200 кг/м³, але з часом сніг осідає і ущільнюється. У холодні зими щільність снігу, що випав, становить 80 - 120 кг/м³. Збільшення щільності снігу відбувається безперервно, але у разі настання морозів цей процес уповільнюється, а під час відлиг, навпаки, прискорюється. У містах, де швидкість вітру зменшується, затримується зростання щільності. У весняні місяці щільність снігу дорівнює 250 - 300 кг/м³ з максимумом до 580 кг/м³ (друга декада березня). Весняне збільшення щільності снігового покриву відбувається доти, доки сніг не збагатиться водою.

У розрахунках снігового навантаження на споруди використовуються середні значення щільності під час найбільшої висоти снігового покриву та в декаду найбільшого запасу води. Середня щільність під час найбільшої висоти снігового покриву змінюється від 200 у Степу до 250 кг/м³ на північному сході та Донецькій височині. Середня щільність дещо більша у декаду з найбільшим запасом води і коливається від 240 у Степу до 310 кг/м³ на Поліссі та Донецькій височині. В Українських Карпатах щільність снігу змінюється: на висоті 100 м вона становить відповідно 200 - 240 кг/м³; у нижній та середній частині гір — зростає до 250 - 290 кг/м³. Невеликі значення (210 - 230 кг/м³) щільності снігового покриву відмічаються у замкнутих міжгірних улоговинах. Високогір'я характеризується найбільшою щільністю снігового покриву. Через значну висоту снігу та сильні вітри щільність тут досягає 300 - 350 кг/м³.

Середня з найбільшої декадної щільності снігового покриву на всій території перевищує 300 кг/м³, лише у південному Степу вона становить 260 кг/м³, а на північному сході — 380 кг/м³.

За даними висоти та щільності снігового покриву розраховується кількість води, що накопичилась у сніговому покриві — запас води у сніговому покриві. Ця інформація свідчить про можливий об'єм весняної повені, вологозабезпеченість ґрунту, снігове навантаження на споруди. Розподілу запасів води у сніговому покриві властиві ті ж закономірності, що й розподілу висоти снігу — зростання запасів води з посиленням континентальності клімату та збільшенням висоти місцевості.

Протягом зими запас води у сніговому покриві змінюється. На більшій частині території у третій декаді грудня він становить близько 10 мм, наприкінці січня зростає до 15 - 20 мм, а в лютому та першій декаді березня — до 20 - 30 мм. Танення снігового покриву починається з другої декади березня. У горах (на висоті понад 1000 м) сніговий покрив устанавлюється у третій декаді листопада і наприкінці третьої декади грудня запас води у сніговому покриві на цих висотах значно зростає (на масиві Чорногора перевищує 90 мм). У лютому 1985 та 1995 рр. на станції Пожежевська він досягав 250 - 280 мм. У Передкарпатті запас води у сніговому покриві становить 20 мм і розподіляється на території досить рівномірно. На північно-східному макросхилі його запас зростає до 35 мм, на Закарпатській низовині — до 20 - 30 мм, на схилах гір — збільшується до 45 мм.

Середній із найбільших запасів води за зиму у сніговому покриві має важливе значення для оцінки запасів води у басейнах річок та вологозапасів ґрунту. Середній з найбільших запас води у сніговому покриві за зиму відмічається наприкінці лютого і досягає у північно-східних районах 50 - 60 мм, на більшій частині країни — 30 - 40 мм, а в південних районах 20 - 30 мм. Найменший максимум запасу води коливається від 3 мм на Причорноморській низовині до 15 мм у північному Степу, а найбільший

максимум - від 40 мм на Причорноморській низовині до 180 мм на північному сході та на Донецькій височині.

В Українських Карпатах середній з найбільших запасів води у сніговому покриві на Закарпатській низовині становить 30 - 35 мм. Зі збільшенням висоти місцевості запас води швидко зростає, досягаючи на висоті 400-600 м — 45 - 60 мм, а на висоті 600 - 1000 м — 60 - 100 мм. У Передкарпатті середній з найбільших декадних запасів води змінюється від 40 до 45 мм. Високогір'я характеризується значними запасами води у сніговому покриві. На масиві Чорно-гора він становить 260 мм.

3.4 Вплив температурного режиму на танення снігу

Термічний режим снігового покриву визначається переважно теплообміном на поверхні і в меншій мірі між ґрунтом і снігом. В осінньо-зимовий період з ґрунту в сніговий покрив надходить тепло у вигляді кондуктивного потоку за рахунок охолодження і промерзання ґрунту і геотермічного потоку, можлива також міграція водяної пари в сніговий покрив. В період танення, коли температура сніжної товщі наближається до нуля, можлива зміна напрямку потоку - тепло буде надходити зі снігу в ґрунт і витратитися на підвищення температури верхнього шару мерзлого ґрунту під снігом.

Величина потоку тепла на поверхні снігового покриву визначається елементами радіаційного балансу, турбулентним теплообміном, випаровуванням або конденсацією, випаданням рідких опадів. Інтенсивність потоку непостійна і може змінюватися в широких межах навіть протягом доби, можливо також зміна напрям потоку. Велика кількість енергії надходить до поверхні снігового покриву у вигляді прямої і розсіяної радіації, проте лише невелика її частина поглинається снігом, а решта відбивається від його поверхні. Альbedo снігового покриву (відношення кількості відбитої радіації до кількості падаючої на поверхню снігу радіації)

змінюється в залежності від структури, вологості та забрудненості снігу. Для свіжого снігу альbedo складає від 0,98 до 0,80. Це означає, що сніговий покрив може отримувати лише від 5 до 20% радіації, що надходить. Альbedo сухого снігу коливається від 0,80 до 0,65. Альbedo снігу знижується у міру його зволоження, особливо в період танення. Альbedo середньо-і грубозернистого талого снігу буває порядку 0,60-0,40, а у забрудненого снігу з водою воно може зменшуватися до 0,20.

Кількість прямої сонячної радіації, що надходить, залежить від орієнтації і крутизни схилів, відповідно спостерігаються великі відмінності термічного режиму снігового покриву на різних схилах. Сніг погано пропускає радіацію, тому проникаюча в сніг частина сонячної енергії поглинається верхнім шаром сніжного покриву товщиною в кілька десятків сантиметрів. Верхній (10 см) шар поглинає до 90% радіації. Під дією проникаючої радіації може виникати парниковий ефект сніготанення при мінусовій температурі повітря, коли на поверхні снігового покриву утворюється тонка крижана кірка, а під нею відбувається часткове розплавлення кристалів.

Турбулентний теплообмін обумовлюється різницею температури повітря і поверхні снігу. У тому випадку, коли температура повітря вища за температуру поверхні снігу, тепло від повітря передається в сніг. Якщо ж повітря холодніше снігу, то тепло надходить зі снігу в повітря. Інтенсивність турбулентного теплообміну збільшується в міру збільшення різниці температури поверхні снігу і повітряних мас і зростання швидкості руху повітря над сніговим покривом. Турбулентний теплообмін може супроводжуватися винесенням водяної пари з товщі снігу, сублімацією снігу і випаровуванням водних плівок. За певних умов відбувається сублімація водяної пари, що міститься в повітрі, на поверхні снігу у вигляді інею. Найбільш сприятливі умови для його утворення з'являються в ясні холодні ночі, без сильного вітру, при надходженні мас вологого повітря.

При сонячній погоді і русі над поверхнею снігу холодного повітря з дефіцитом вологості відбувається інтенсивне випаровування (сублімація) снігу. Особливо значне випаровування спостерігається на відкритих безлісних ділянках, прилеглих до лісових масивів. Добові зміни температури поверхневого шару поширюються в сніговий покрив на глибину близько 50 см, причому амплітуда коливань температури швидко зменшується з глибиною, а температурний градієнт в цій зоні може змінювати напрямок. Танення снігового покриву починається в приповерхневому шарі за рахунок турбулентного теплообміну при температурі повітря вище 0 °С, при цьому вільна вода, що утворилася, просочується вниз. Якщо середні шари снігового покриву мають від'ємну температуру, то вода, що просочується, замерзає у вигляді лінз льоду.

По мірі посилення танення снігу зона фільтрації води збільшується, температура снігу в ній підвищується до 0°С і в снігу утворюються поступово мікроканали для стоку води. При наявності в сніговому покриві крижаної кірки вода, досягнувши цієї кірки, може стікати далі по ній або фільтрувати по нижньому шару товщі снігу та утворювати підсніжні канали стоку.

3.5 Сильні снігопади в Україні

Сильні снігопади виникають у період із жовтня до квітня. Найчастіше вони бувають у січні та лютому. У квітні та жовтні снігопади найбільш ймовірні у західних та північно-західних областях. В Українських Карпатах вони бувають навіть у травні (1966, 1989 та 1991 рр.). Сильні снігопади можливі також і у вересні. Так, 30 вересня 1995 р. у Київській, Житомирській, Вінницькій та Кіровоградській областях пройшли дуже сильні дощі з мокрим снігом, випало 50 - 70 мм опадів. З 5 до 7 вересня 1992 р. на Пожежевській також спостерігались сильні снігопади. Щоденно випадало понад 20 мм опадів, а 7 вересня — 29 мм.

В Українських Карпатах і Кримських горах сильні снігопади спостерігаються з 60%-ою частотою, тобто вони бувають через рік. Значна повторюваність (до 50 %) таких снігопадів відмічається в Одеській, Дніпропетровській областях. На більшій частині рівнинної території сильні снігопади відмічаються у 20-40%. Найменша частота (10-20 %) таких снігопадів характерна для західних (Волинська, Рівненська, Хмельницька) і південних (Херсонська) областей.

Сніговий покрив істотно впливає на формування клімату в зимовий сезон. Сніговий покрив має високу відбивну та випромінювальну здатність, різко зменшує радіаційний баланс, сприяє охолодженню нижніх прилеглих до нього шарів повітря та формуванню над значною територією суходолу стійких антициклонів. Сніг, злежуючись у великій кількості в западинах та поблизу різних перешкод, вирівнює та згладжує підстильну поверхню, внаслідок чого зменшується шорсткість і збільшується швидкість вітру.

Сніг відіграє значну роль у формуванні термічного режиму приземного шару повітря та зволоженні верхніх горизонтів ґрунту.

Внаслідок розвіювання та перенесення снігу вітром може істотно змінитись початковий вигляд снігового покриву, особливо у районах із переважанням сильного вітру та пересіченої місцевості. В умовах України, особливо у Лісостепу та Степу, сніговий покрив на полях невисокий. Існує значний ефект перерозподілу снігу — там, де рельєф сильно розчленований, підвищені місця часто незахищені, а в улоговинах та біля перешкод відбувається його накопичення.

Під час сильних снігопадів максимальна кількість опадів досягає 40 - 70 мм, у горах та в окремих областях рівнинної частини — 100 мм і більше. Така кількість опадів зазвичай випадає за проміжок часу більший ніж 12 год.

Сильні снігопади сприяють зростанню снігового покриву, який може збільшуватись на 20 - 30 см, у гірських районах — до 40 см і більше.

Залежно від основних показників снігового покриву (висоти, числа днів зі сніговим покривом, запасів води) можна виділити малосніжні та багатосніжні зими. Зазвичай вони пов'язані з аномально теплими та аномально холодними за температурним режимом зимами. Малосніжні зими - це теплі зими, з опадами у вигляді дощу і снігу, інколи з ожеледдю та відлигами. В останні роки такими були зими 1989 -90, 1993 - 94 рр. Ці зими характеризувались незначним числом днів із сніговим покривом, невеликою висотою снігового покриву.

Під час багатосніжних холодних зим утримується морозна погода з тривалим заляганням снігу, значною його висотою. Такою була зима 1995 - 96 р., коли сніговий покрив залягав понад 5, а в районі станцій Плай та Пожежевська — понад 6 місяців. Сніговий покрив мав значну висоту і становив у лютому понад 100 см у передгір'ях Українських Карпа [22].

На решті території висота досягала 40 - 50 см і навіть перевищувала 60 - 70 см на Поліссі та в передгір'ях Українських Карпат. Багатосніжною була на півдні зима 1984 - 85 р. Як було відмічено раніше, навіть у Ялті може спостерігатися стійкий сніговий покрив і висота снігу перевищувати 50 см .

Залежно від тривалості залягання снігового покриву, висоти та числа днів із сніговим покривом на території України можна виділити декілька районів:

- Українські Карпати, Кримські гори район тривалого залягання снігового покриву (150 днів) та значних висот і снігозапасів;
- північно-східний район із заляганням снігового покриву близько 140 днів;
- Донецька височина — сніговий покрив залягає протягом 130 днів;
- центральний район — тривалість залягання снігового покриву становить 120 — 130 днів;
- район нестійкого залягання снігового покриву — Причорноморська та Закарпатська низовини, рівнинна частина Криму та Південний берег Криму, де у 50 - 80 % зим стійкий сніговий покрив відсутній.

Дослідженням сильних опадів у холодну пору року займались вчені УкрНДГМІ [18]. Так за двадцятирічний період з 1980 по 2000 рр було зареєстровано 55 випадків з небезпечно сильними опадами (НСО). Це значно більше, ніж у теплу пору року, і зумовлено тим, що циклонічна діяльність більш активна в холодний період, коли має місце збільшення температурних контрастів не тільки між високими та низькими широтами, а й між континентами та океанами.

Випадки з НСО протягом досліджуваного періоду були розподілені нерівномірно. Виділяється період з 1980 до 1986 року, коли протягом шестиріччя спостерігали 55% усіх випадків, потім майже десятиріччя небезпечно сильні опади відмічали значно рідше (20%), а, починаючи з 1995 р., число випадків з НСО знову збільшилося (25% за 5 років). Таким чином, якщо досліджуваний період умовно розділити на три: 1980-1986, 1986-1995 і 1995-2000 рр., то частота виникнення НСО відповідно складе: 5,2, 1,7 і 2,6.

Небезпечно сильні опади спостерігали щомісяця холодного півріччя, але найчастіше вони випадали в листопаді (45%), грудні і лютому (18 і 16% відповідно), значно рідше в січні та березні (9 і 7%) і ще рідше в жовтні (5%). Домінували опади у вигляді мокрого снігу або дощу зі снігом (45%); дощ спостерігали у 35% випадків, а сніг – у 20%. За місяцями це мало такий вигляд: жовтень – тільки дощ; листопад – майже порівну дощ і мокрий сніг; грудень – у рівних частинах дощ, мокрий сніг і сніг; січень і лютий – мокрий сніг і сніг (сніг частіше); березень – дощ або мокрий сніг. У цілому фазовий стан НСО можна визначити так: дві третини випадків – мокрий сніг і сніг, а одна – дощ.

Максимальна кількість опадів ($Q_{\max}$) у досліджуваних випадках коливалася від 24 до 90 мм, в Криму – до 190 мм. Близько 90% усіх випадків мали $Q_{\max}$ до 50 мм. Найчастіше (50-73%) випадали опади 30-40 мм, а в 15% $Q_{\max}$ перевищувала 50 мм.

Слід відмітити, що така кількість опадів у кожному конкретному випадку надто велика для холодного періоду року. У порівнянні з місячною кліматичною нормою виявили, що у 5% випадків $Q_{\max}$ становила половину місячної норми, у 27% – три чверті норми, у 44% – в межах норми, а в кожному четвертому випадку – півтори місячної норми. Випадки, коли кількість опадів перевищувала місячну кліматичну норму, спостерігали в жовтні, листопаді та березні, тобто, коли домінували дощі.

Небезпечно сильні опади в холодний період року спостерігали на всій території України, але особливо виділяються південні та центральні райони, де за 20-річний період зареєстровано від 20 до 25 випадків з НСО, тобто майже щорічно.

Область з підвищеною повторюваністю НСО витягнута з південного заходу на північний схід по лінії руху південно-західних та південних циклонів. Це, головним чином, Одеська, Миколаївська, Херсонська, Вінницька, Кіровоградська, Черкаська, Запорізька, Дніпропетровська області та Крим. На заході України випадків з НСО значно менше: від 3 до 9, на сході та північному сході – близько 11-16.

Особливо великі опади відмічено в Херсонській, Дніпропетровській, Запорізькій областях та в Криму. У цих регіонах $Q_{\max} / Q_N$ становить 1,02-1,72. На заході (Закарпаття, Львівська, Рівненська обл.), півночі (Київська, Житомирська обл.) та сході (Донецька, Луганська обл.) – у межах 0,5-0,7; на решті території – близько 0,9.

Практично всі випадки з НСО, як і в теплий період, пов'язані з виходом на територію України неоклюдованих південних (40%), південно-західних, особливо з Придунайської низовини (53%) і дуже рідко західних і північно-західних (7%) циклонів. Циклони південного напрямку руху виникають головним чином тоді, коли над Західною Європою формується улоговина. По західній частині улоговини йде затік холодного повітря, а по східній – теплого. За рахунок виникаючих контрастів температури та падіння тиску формується на півдні фронтальна зона. Наростаюча адвекція холоду збільшує

термічні градієнти, фронтальна зона загострюється і на ній формується Z_n . Виходу циклонів з півдня на територію України обов'язково передуює адвекція тепла зі швидкістю ведучого потоку (на рівні 3 км) не менше 40 км/год.

Розвиток НСО відбувався, головним чином, за двома типами процесів. Перший – його слід вважати основним, бо ним зумовлено 80% усіх випадків – характеризувався наступним: на Україну зміщувалися південні та південно-західні Z_n , але через розвиток антициклогенезу (на сході чи півночі від України) ці циклони блокувались і приймали квазістаціонарний стан.

Надзвичайно сильні опади за цим виникали перед теплим фронтом (ТФ). За таким процесом можливі два підтипи:

- (1) блокування домінує, тобто становить 70-90% усього часу перебування циклону на території України;
- (2) блокування часткове, воно охоплює 25-40% загального часу.

Другий процес спостерігався рідше (20% випадків) і представляв собою зміщення (найчастіше повільне) холодного фронту з хвилями в системі північно-західного Z_n , на південній периферії якого через загострення температурних контрастів згодом формувалася вторинний циклон. За переміщенням на територію України фронтальні системи холодного фронту з хвилями та вторинного Z_n об'єднувалися. Поблизу центрів хвиль і перед його теплими гілками випадали дуже сильні опади.

Як за першим, так і другим процесами складалися умови для посилення циклонічної циркуляції, що призводило до збільшення упорядкованих рухів. Крім цього фактору невід'ємною умовою для утворення НСО була наявність насиченої вологою повітряної маси.

4 РЕЖИМНО-СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА СТ. СЛАВСЬКЕ

4.1 Кліматичний опис метеостанції Славське

Метеостанція Славське знаходиться в населеному пункті смт Славське (рис. 4.1) Сколівського району Львівської області. Географічні координати метеостанції $48^{\circ}51'$ півн.ш. та $23^{\circ}27'$ сх. д. Метеостанція знаходиться на висоті 592,5 м над рівнем моря.



Рисунок 4.1 – Метеостанція Славське

Територія метеостанції розташована на рівнинній території загальною площею 0,6 га. Навколо метеостанції знаходяться будинки висотою в один поверх. На відстані 200 м від метеомайданчика протікає річка Славка з південного заходу на північний схід. Навколо станції пагориста місцевість. Гірський масив Бескиди (рис. 4.2) - відносно невисокі гори з не дуже великою крутизною схилів, переважно вкриті хвойними лісами (смерека альпійська, карпатська ялиця, сосна, модрина), які приблизно становлять 80%; листяні дерева становлять 20% (кедр, дуб, бук, береза, різні види чагарників).

Як метеостанція, так і населений пункт знаходяться у гірській долині, де яскраво виражений гірсько-долинний клімат. Близьке розташування

Карпатських гір впливає на клімат селища. Переважаючі повітряні потоки з Атлантики і фізико-географічне розташування створюють умови для накопичення в Славському вологи.

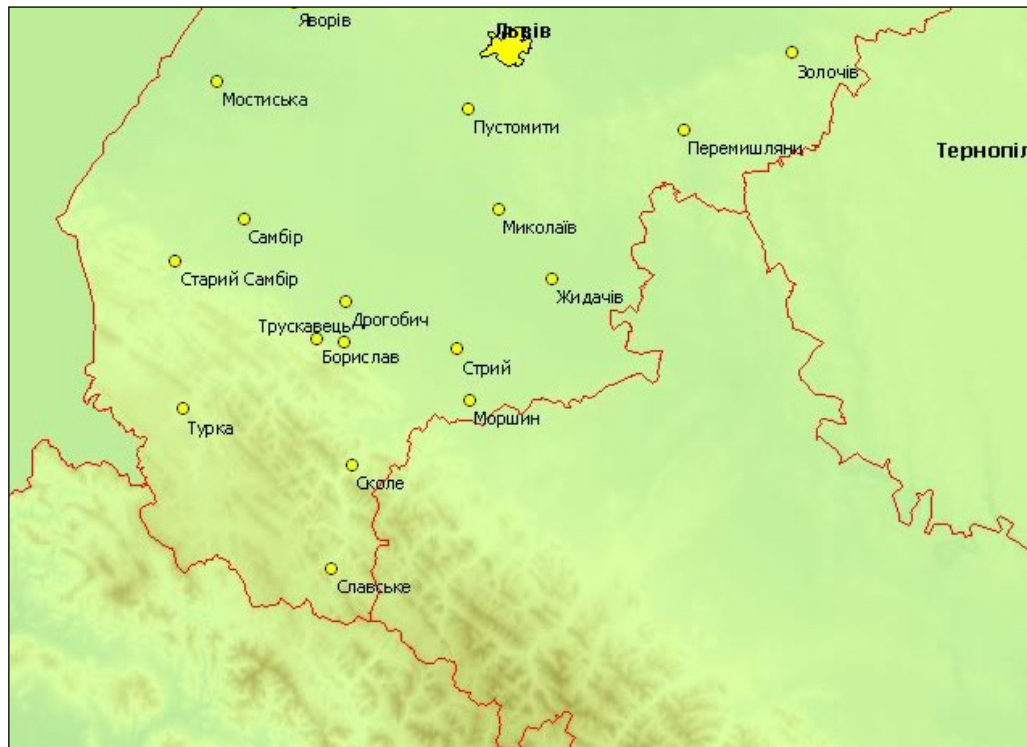


Рисунок 4.2 – Карта Львівської області

Цей тип клімату особливо яскраво виражається у період випадання першого снігу, період довготривалих зимових морозів, період танення снігового покриву. Слід зазначити, що висота снігового покриву найвища серед метеостанцій Львівської області.

4.2 Кількість днів зі сніговим покривом

В дипломній роботі використовуються щоденні данні спостережень за сніговим покривом за 72 зимові сезони (1948/1949 – 2019/2020 рр.) на ст. Славське. Днем зі сніговим покривом вважається день зі снігом висотою принаймні 1 см товщиною, який вкриває принаймні 50% території.

В роботі було використано добові дані середньої, максимальної і мінімальної температури, суми опадів, висоти снігового покриву, які вибирались в усі місяці, в які потенційно може випадати сніг і утворюватись сніговий покрив на станції, з вересня по травень.

Для визначення таких характеристик як кількість днів зі сніговим покривом, з різною висотою снігового покриву, середньомісячна і середньодобова висота снігового покриву, добовий і максимальний приріст снігового покриву, тривалість залягання стійкого снігового покриву і дати утворення і руйнації снігового покриву, використовувався період з вересня по травень. Для визначення таких характеристик як коефіцієнти сніжності і суворості зими, середньорічна і максимальна висота снігового покриву використовувався період з грудня по березень включно, коли спостерігається найбільший приріст снігового покриву і найбільша його середня висота.

На рис. 4.3 наведено кількість днів зі сніговим покривом на ст. Славське.

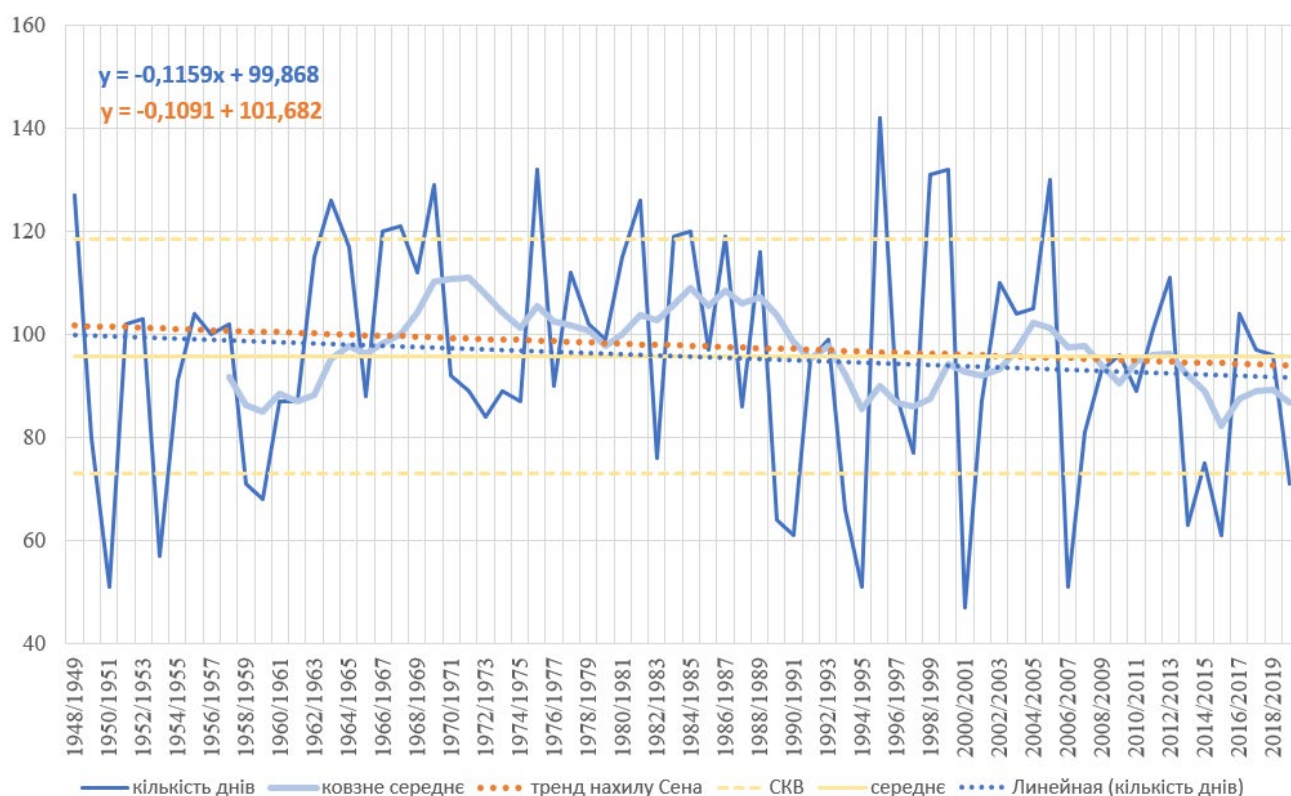


Рисунок 4.3 – Кількість днів зі сніговим покривом на ст. Славське впродовж за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Середня кількість днів зі сніговим покривом за досліджуваний період становить 95,6 дні, а середньоквадратичне відхилення – 22,8 дні. В 62,5% випадків (45 років) розкид кількості днів зі сніговим покривом не перевищує середньоквадратичне відхилення, що вказує на досить стабільні умови утворення і збереження снігового покриву.

За увесь досліджуваний період визначено лінійні тренди за методом найменших квадратів, тестом нахилу Сена, за допомогою якого добре оцінюється лінійна залежність і на результат якого не впливають викиди [15], і тесту Манна-Кендалла ($Zs = -0,82$, Додаток Б, табл. Б.1). Перші два тести вказують на спадний тренд зі зменшенням кількості днів зі сніговим покривом приблизно на 1,1 дні в десятиріччя. Ковзне середнє також має спадний характер.

За весь період спостережень максимальна кількість днів зі сніговим покривом (142 днів) спостерігалась в сезон 1995/1996 рр., а мінімальна (47 днів) – у 2000/2001 рр. Найбільші максимуми мали місце в період з 1995 по 2007 рр., коли вже розпочалось помітне потепління і збільшення середньорічних температур, проте і найбільші мінімуми були зареєстровані в той самий період.

Період 1961–1990 рр. не характеризується дуже різкими коливаннями кількості днів зі сніговим покривом, а кількість таких днів в основному вища за середнє, на відміну від наступного тридцятиріччя, коли часто кількість днів падає до мінімуму, але мають місце і абсолютні максимуми.

Згідно з класифікацією, запропонованою в роботі [4] сніговий покрив за висотою можна розбити на типи, які наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Класифікація висоти снігового покриття [4]

Тип снігового покриття	Висота снігового покриття, см
Сніговий покрив відсутній	0
Сліди снігу	≤ 1
Тонкий	2–5
Помірний	6–10
Високий	11–20
Дуже високий	21–30
Винятково високий	>30

В роботі було визначено кількість днів зі сніговим покривом 10 см і вище та 20 см і вище (рис. 4.4 і 4.5).

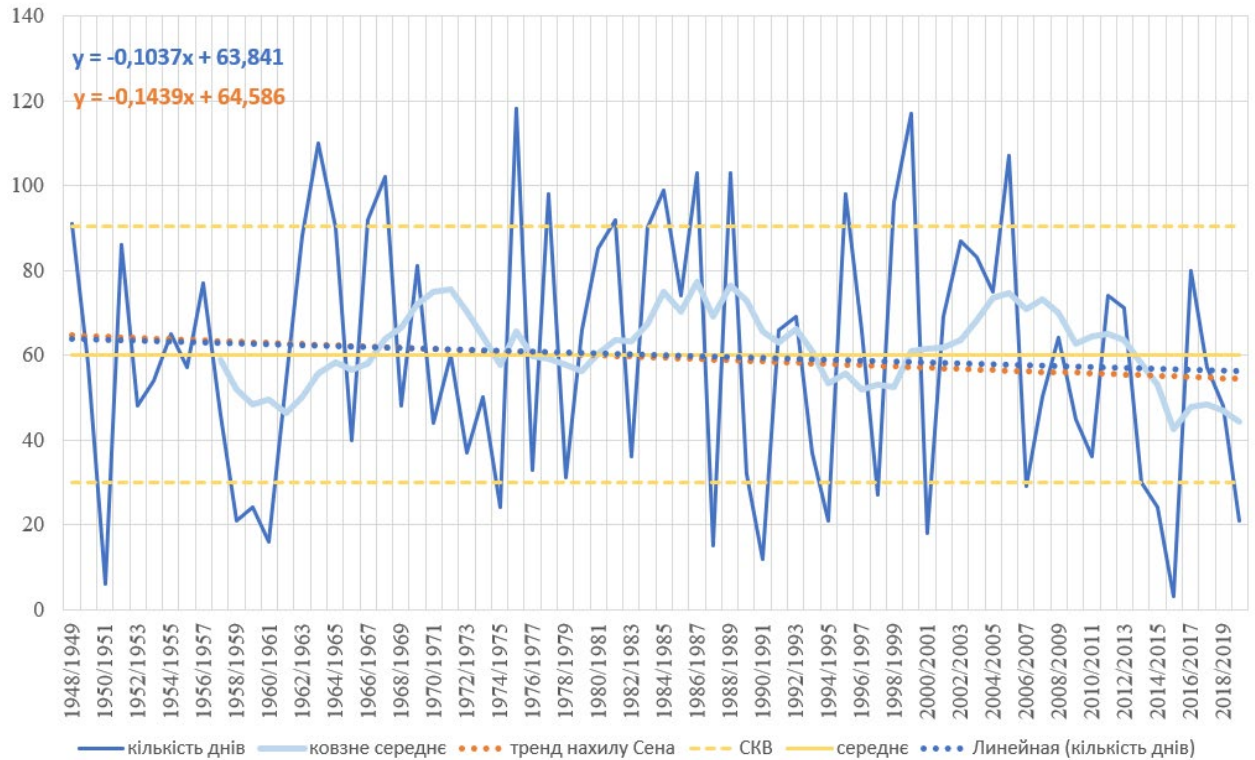


Рисунок 4.4 – Кількість днів зі сніговим покривом 10 см і більше на ст. Славське впродовж за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

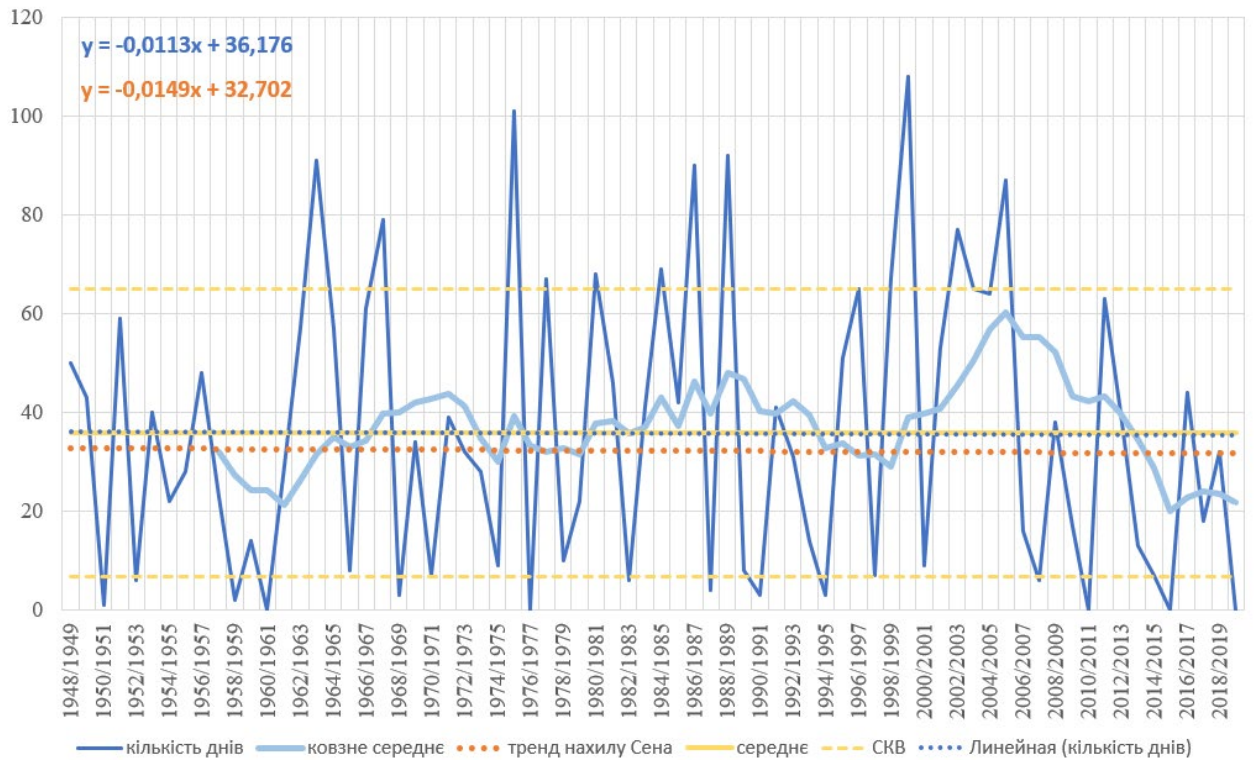


Рисунок 4.5 – Кількість днів зі сніговим покривом 20 см і більше на ст. Славське впродовж за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Кількість днів з висотою снігового покриву 10 см і вище зменшується за лінійним трендом, визначеним методом найменших квадратів, – на 1 день за десятиліття, а за тестом нахилу Сена практично в півтора рази швидше відбувається зменшення – на 1,4 дні за десятиліття (рис. 4.4). Тест Манна-Кендалла також надав від’ємний результат для кількості таких днів (-0,70, Додаток Б, табл. Б.1).

Періодичність, максимуми та мінімуми для днів зі сніговим покривом і днів з висотою снігового покриву 10 см і вище не співпадають. Наприклад, максимальна кількість днів з висотою снігового покриву 10 см і вище (118 днів) спостерігається в сезон 1975/1976 рр., коли всіх днів зі сніговим покривом 132, а мінімум (3 дні) мав місце в сезон 2015/2016 рр. з 61 дня зі сніговим покривом.

І так само не виділяється періодів, коли таких днів реєструвалось набагато вище середнього за весь період або навпаки.

Середня кількість днів зі сніговим покривом 10 см і вище становить 60,1 дні за сезон, що в півтора рази нижче за кількість днів зі сніговим покривом і дуже великий розкид всіх випадків: середньоквадратичний відхил лише вполовину менший за середнє значення – 30,2 дні. В кожному середньому значенні, визначеному за десятиріччя, виділяються періодичності схожі на періодичності, отримані і для загальної кількості днів зі сніговим покривом, і кожен середнє також вказує на спад. В період 2000–2014 рр. в кожному середньому з загальної кількості днів з сніговим покривом спостерігаються значення вищі за середнє за весь розглядуваний період, вищі ці значення за цей період і в кожному середньому з кількості днів з висотою снігового покриву 10 см і вище, але перевищення було набагато більше.

Кількість днів з висотою снігового покриву 20 см і вище має часовий хід дуже схожий з часовим ходом кількості днів зі сніговим покривом 10 см і вище. Абсолютний максимум (108 днів) має місце в сезон 1999/2000 рр., хоча для кількості днів зі сніговим покривом 10 см і вище в цей сезон не було зареєстровано так само абсолютний максимум, проте була зареєстрована найбільша кількість днів після абсолютного максимуму – 117, яка менша від

абсолютного максимуму лише на один день. Мінімуми (відсутність днів зі сніговим покривом 20 см і вище) спостерігаються з періодичністю 1 раз в 10 років з 1950 по 1980 рр. (в сезон 1950/1951 рр. такі дні не були відсутні, але спостерігався лише один день зі сніговим покривом такої висоти), впродовж наступних трьох десятиріч відсутності днів зі сніговим покривом 20 см і вище не було зафіксовано, а починаючи з 2009 року і до кінця періоду такі мінімуми почастишали і спостерігаються 1 раз в п'ятиріччя. Середнє значення практично в двічі менше від середнього з кількості днів зі сніговим покривом 10 см і вище і становить 35,8 дні, а середньоквадратичне відхилення майже дорівнює середньому – 29,2 дні, що свідчить про великий розкид. Тенденція до зменшення кількості таких днів вже не така виражена, як для загальної кількості днів зі сніговим покривом і кількості днів зі сніговим покривом 10 см і вище. За трендами, визначеними за методом найменших квадратів і тестом нахилу Сена, зменшення таких днів відбувається зі швидкістю 0,1 дні у десятиліття, тест Манна-Кендалла вказує також на зниження кількості таких днів ($Z_s = -0,17$, Додаток Б, табл. Б.1).

В роботі було визначено кількість днів за сезон зі сніговим покривом 50 см і вище (рис. 4.6). Ця характеристика є важливою для ст. Славське як для гірської станції. В роботі [6] є рекомендація розраховувати таку кількість днів для гірських станцій.

Можна бачити, що днів зі сніговим покривом 50 см і вище в більшість років немає. Середнє за весь період для таких днів становить 3,4 дні. Максимальна кількість днів з таким сніговим покривом (53 дні) спостерігалась в сезон 1975/1976 рр., коли було зареєстровано і максимальну кількість днів зі сніговим покривом 10 см і вище й 20 см і вище. Другий максимум спостерігається в сезон 1963/1964 рр., коли мала місце найбільша кількість днів і для інших висот снігового покриву. Загалом такі дні спостерігаються протягом досліджуваного періоду з певною періодичністю 2-3 рази на десятиліття до 1990 р. В період 1998 – 2007 рр. дні зі сніговим покривом 50 см і вище реєструються практично кожного року.

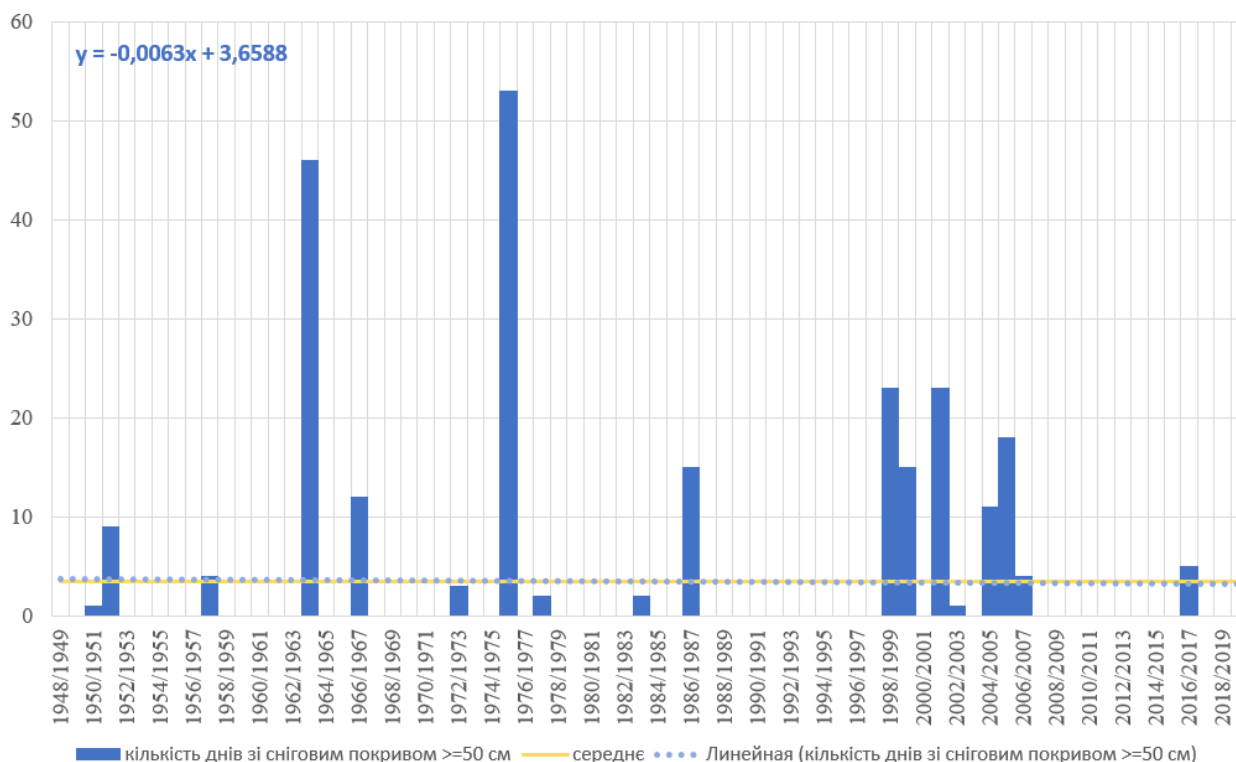


Рисунок 4.6 – Кількість днів зі сніговим покривом 50 см і більше на ст. Славське впродовж за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Тренд, отриманий за допомогою методу найменший квадратів, вказує на спадний тренд, але зі швидкістю зменшення практично близькою до нуля: кількість таких днів зменшується на 0,06 дні за десятиліття. Тренд нахилу Сена не можна розрахувати для таких рядів. Тест Манн-Кендалла показав додатний тренд ($Z_s = 0,11$, Додаток Б, табл. Б.1).

4.3 Висота снігового покриву і його мінливість

На рис. 4.7 – 4.9 представлено сезонну максимальну (рис. 4.7) і сезонну середню (рис. 4.8 і 4.9) висоту снігового покриву за зимові періоди 1948/1949 – 2019/2020 рр. Середня висота розраховувалась як сумарна висота снігового покриву за зимовий період, поділена на кількість днів в періоді (рис. 4.8), і як сумарна висота снігового покриву, поділена на кількість днів в періоді зі сніговим покривом. Зимовим періодом вважався період з грудня по березень включно, як це було запропоновано в роботі [16].

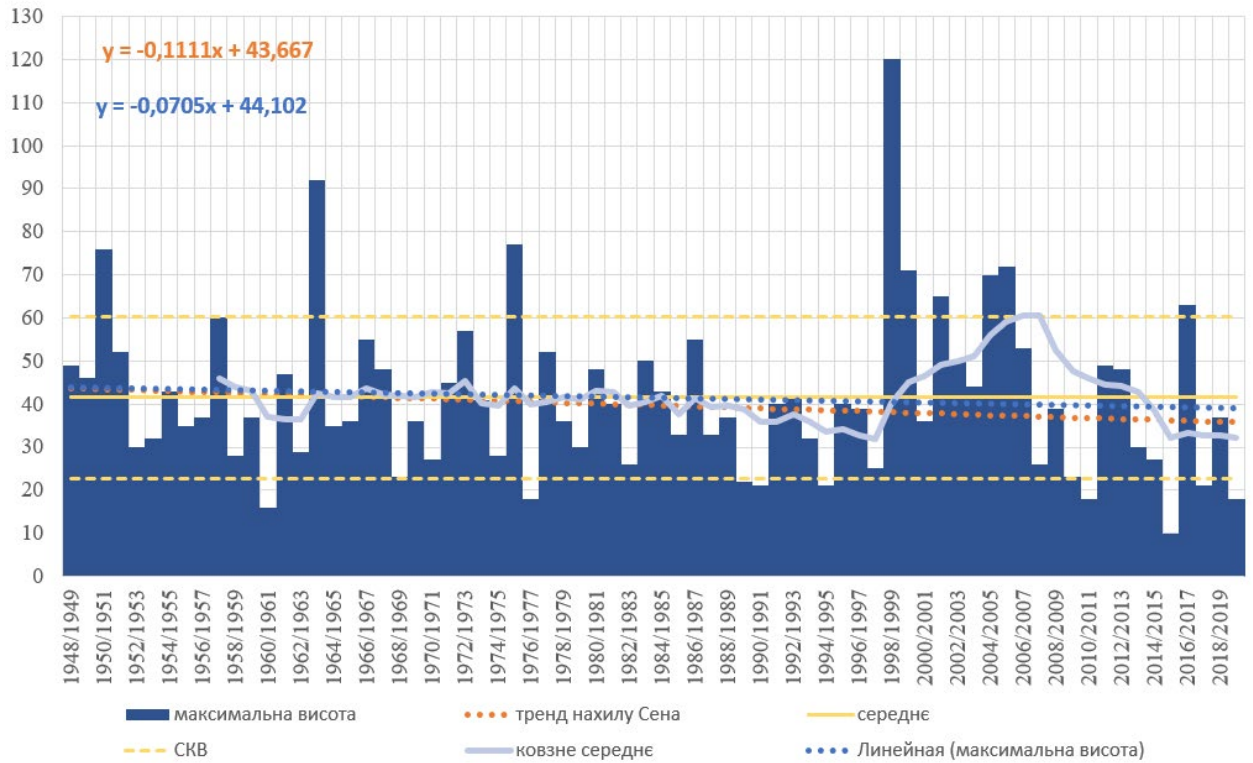


Рисунок 4.7 – Максимальна висота снігового покриву за зимові періоди 1948/1949 – 2019/2020 рр.

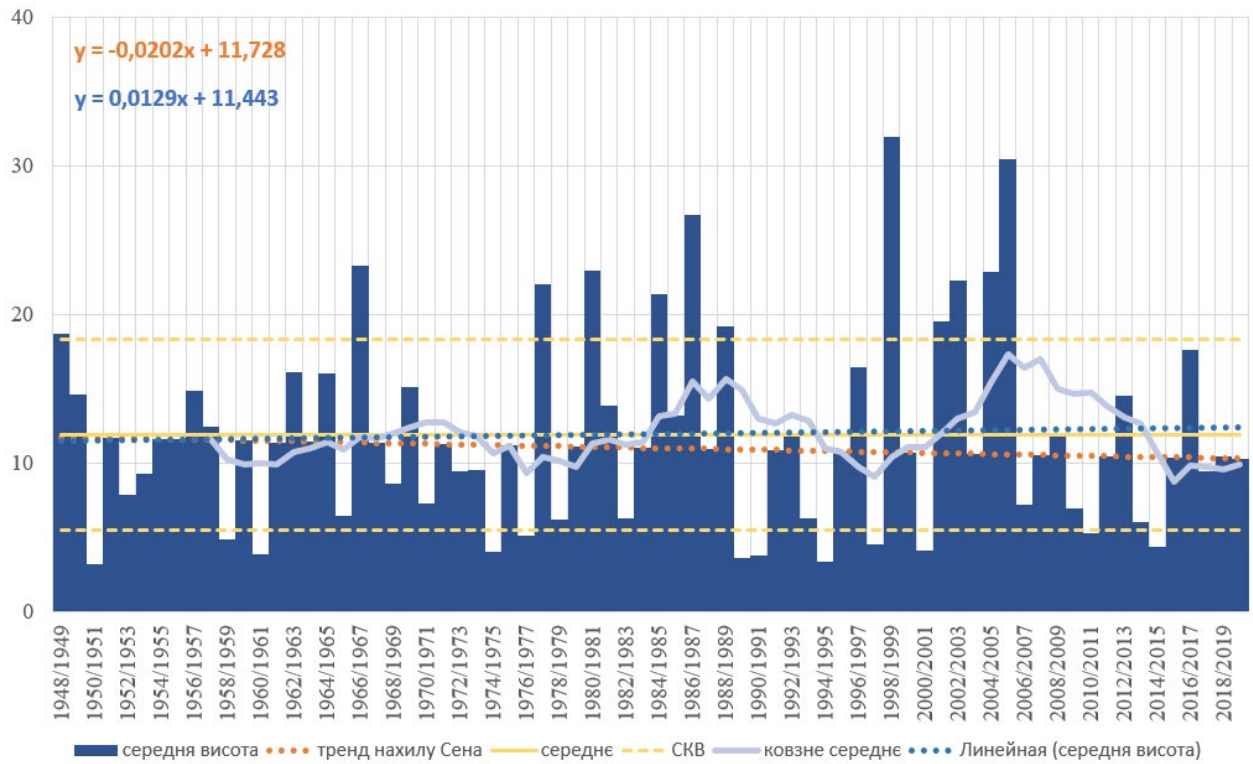


Рисунок 4.8 – Середня висота снігового покриву, визначена за всі дні, в зимові періоди 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Коефіцієнт кореляції між рядами середньої висоти, визначеної за всі дні зимового сезону, і рядом максимальної висоти, який становить усього 0,59, показує не такий тісний зв'язок, який має місце між рядом максимальної висоти і середньої висоти, визначеної тільки для днів зі снігом, коефіцієнт кореляції для яких дорівнює 0,78. Хоча абсолютному максимуму в сезонній максимальній висоті, який становив 120 см і був зареєстрований в сезон 1998/1999 рр., і відповідає абсолютний максимум в середній висоті, визначеній за всі дні, який сягав 32 см, проте не між всіма випадками екстремальної висоти снігового покриву існує така добра узгодженість. Наприклад, наступний за значенням максимум для максимальної висоти мав місце в сезон 1963/1964 рр., якому відповідає досить низьке значення середньої висоти, яке дорівнює 11,3 см.

Всі інші сезони характеризуються набагато меншими значеннями максимальної висоти. Середнє значення максимальної висоти снігового покриву становить 41,7 см, а середньоквадратичний відхил – 18,6 см, що вказує на невеликий розкид значень біля середнього.

Ковзне середнє викриває деякі періодичності в річних значеннях максимальної висоти снігового покриву, де особливо помітними є період, який добре виділяється і в рядах інших характеристик – з 1998 по 2014 рр., який характеризувався підвищеними значеннями всіх характеристик.

Метод найменших квадратів і метод нахилу Сена показують зменшення максимальної висоти снігового покриву від 0,6 до 1,0 см за десятиріччя. Метод Манна-Кендалла також надає від'ємну тенденцію ($Z_s = -0,97$, табл. Б.1, Додаток Б).

Середня висота, визначена зі всі дні зимового періоду, характеризується більшим розкидом значень біля середнього, а її ковзне середнє – добре вираженими десятирічними періодичностями, які також добре виявляються в рядах кількості днів зі снігом. Ряд середньої висоти, визначеної за всі дні періоду, характеризується незначним додатним трендом отриманим за методом найменших квадратів (0,1 см за десятиріччя), в той час як за тестом нахилу Сена було отримано незначний спадний тренд (-0,2 см за десятиліття, як і за тестом Манна-Кендалла ($Z_s = -0,80$, Додаток Б, табл. Б.1)

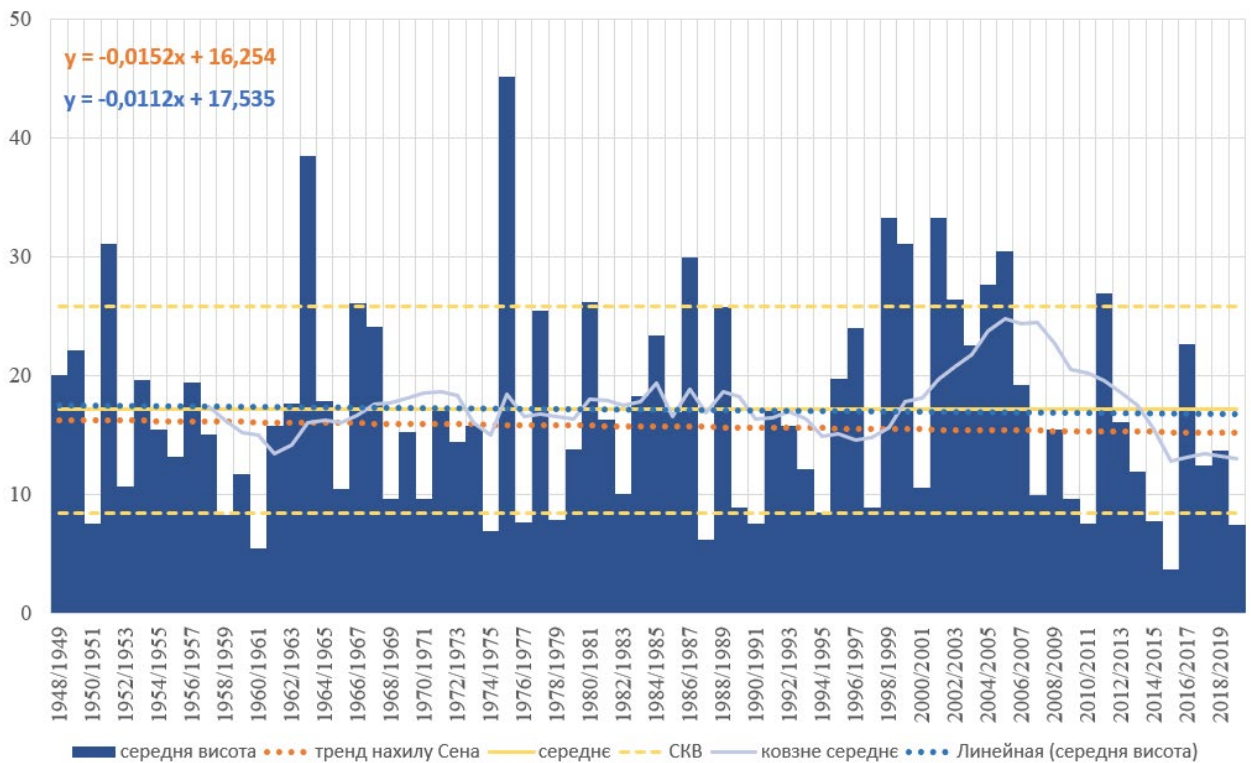


Рисунок 4.9 – Середня висота снігового покриву, визначена за дні зі сніговим покривом, в зимові сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Найбільше значення середньої висоти снігового покриву, визначеної за дні зі сніговим покривом, (45,1 см) спостерігалось в сезон 1975/1976 рр., який відзначився максимумами і в кількості днів зі сніговим покривом 10 см і вище й 50 см і вище. Мінімум середньої висоти мав місце в сезон 2015/2016 рр. і становив 3,6 см. Багаторічна середня висота становить 17,1 см, розкид значень біля середнього досить великий (середньоквадратичний відхил – 8,7 см). Ряд середньої висоти, визначеної за дні зі сніговим покривом, характеризується спадними трендами, які вказують на невеликі зміни з часом у середній висоті, визначеної за дні зі сніговим покривом, так само як і у ряді середньої висоти, визначеної за всі дні.

Сніжність зими в даній роботі визначалась за допомогою індексу сніжності зими, запропонованого в роботі [14] і далі розвинутого в роботі [16].

$$W_{sn} = 0,0409D_{sc} + 0,0246D_{sc20} + 0,00007D_{sctd}, \quad (4.1)$$

де W_{sn} – коефіцієнт сніжності зими; D_{sc} – кількість днів зі сніговим покривом 1 см і вище в період XII – III; D_{sc20} – кількість днів зі сніговим покривом 20 см

і вище в період XII – III; D_{sctd} – сумарної висота снігового покриву в см в період XII – III.

Сніжність зими визначається висотою снігового покриву і тривалістю його залягання. Утворення снігового покриву залежить від температури повітря. Для оцінки температурних умов, було використано індекс суворості зими, запропонований в роботах [12, 14] і якій базується на добових температурах повітря за досліджуваний період:

$$W_{sev} = (1 - 0.25t)0.8325 + 0.0144d_w + 0.0087d_f + 0.0045d_{vf} - 0.0026S_t, \quad (4.2)$$

де W_{sev} – індекс суворості зими; t – середня температура за зимовий період; d_w – кількість днів з середньодобовими температурами нижчими за нуль в період XII – III; d_f – кількість морозних днів (днів з добовою максимальною температурою нижчою за нуль) в період XII – III; d_{vf} – кількість дуже морозних днів (днів з добовою максимальною температурою нижчою за -10°C) в період XII – III; S_t – сума середньодобових температур нижчих за нуль в період XII – III.

На основі багаторічних середніх значень індексу сніжності і індексу суворості зими, а також їх стандартних відхилень, в роботі (Szyga-Pluta, 2022) було виділено з типи зими відповідно до її суворості: сувора ($W_{sev} \geq W_{sev} + \sigma$), помірна ($W_{sev} - \sigma < W_{sev} < W_{sev} + \sigma$) і м'яка ($W_{sev} \leq W_{sev} - \sigma$) і відповідно до її сніжності: сніжна ($W_{sn} \geq W_{sn} + \sigma$), помірно сніжна ($W_{sn} - \sigma < W_{sn} < W_{sn} + \sigma$) і малосніжна ($W_{sn} \leq W_{sn} - \sigma$), які називають термально-сніговими типами зими.

На рис. 4.10 і 4.11 представлено коефіцієнти сніжності і суворості зимових сезонів 1948/1949–2019/2020 рр. для ст. Славське, які розраховувались для зимових сезонів з грудня по березень включно.

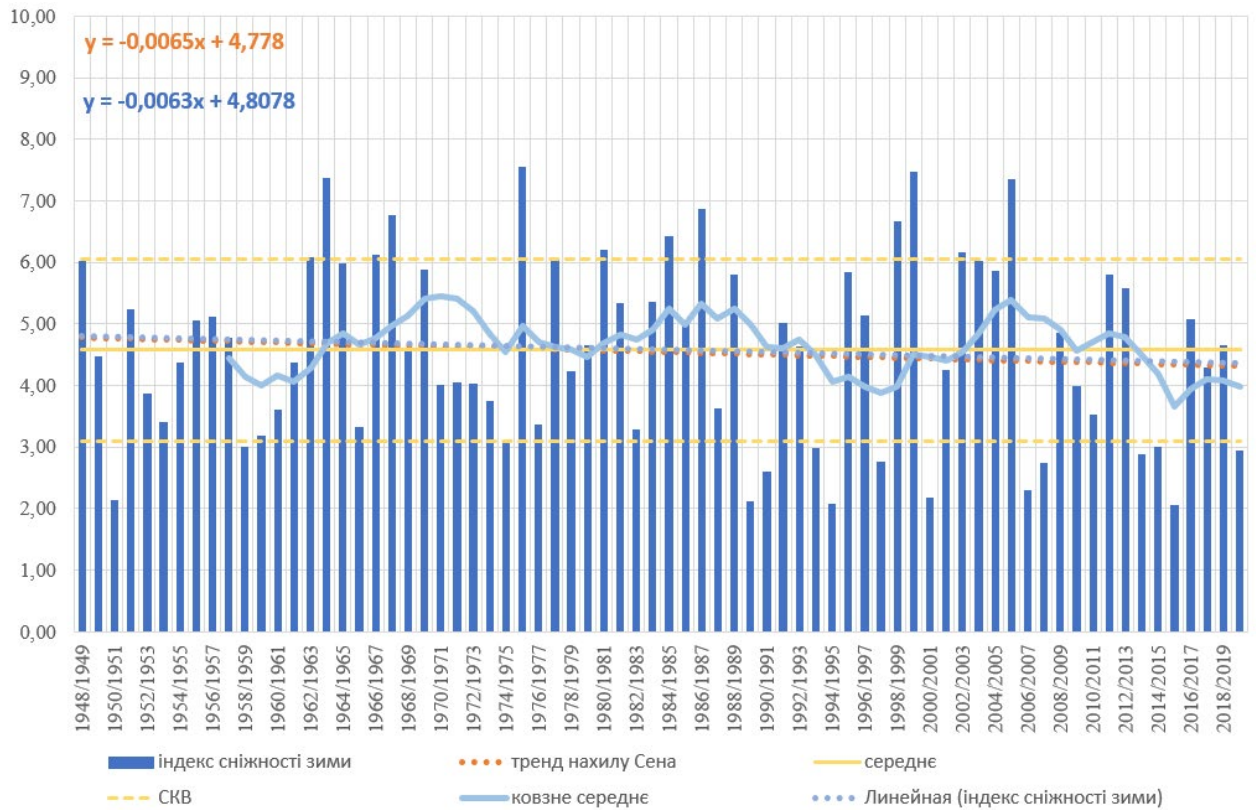


Рисунок 4.10 – Коефіцієнт сніжності зими, визначений для ст. Славське в сезони 1948/1949–2019/2020 рр.

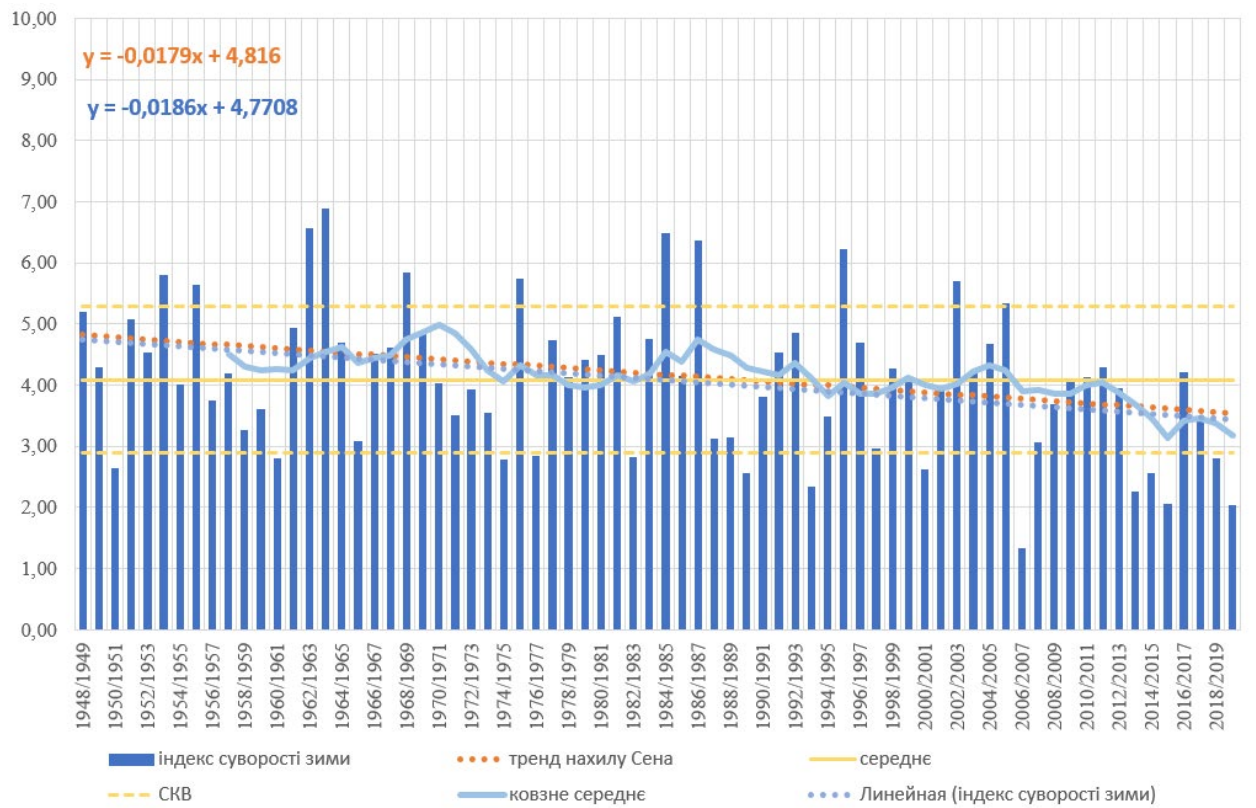


Рисунок 4.11 – Коефіцієнт суроворості зими, визначений для ст. Славське в сезони 1948/1949–2019/2020 рр.

Коефіцієнти сніжності і суворості можуть змінюватись від 0 до 10. В табл. 4.2 наведено відповідність типів зими певним значенням коефіцієнтів.

Таблиця 4.2 – Відповідність типів зими певним значенням коефіцієнтів сніжності і суворості зими

Коефіцієнт суворості зими		Коефіцієнт сніжності зими	
Значення коефіцієнту	Тип зими	Значення коефіцієнту	Тип зими
0,00 – 0,99	винятково мало снігу	0,00 – 0,99	дуже м'яка
1,00 – 1,99	незвичайно мало снігу	1,00 – 1,99	м'яка
2,00 – 2,99	дуже мало снігу	2,00 – 2,99	помірно м'яка
3,00 – 3,99	помірно мало снігу	3,00 – 3,99	помірно прохолодна
4,00 – 4,99	мало снігу	4,00 – 4,99	прохолодна
5,00 – 5,99	помірно сніжно	5,00 – 5,99	помірно сувора
6,00 – 6,99	сніжно	6,00 – 6,99	сувора
7,00 – 7,99	дуже сніжно	7,00 – 7,99	дуже сувора
8,00 – 8,99	незвичайно сніжно	8,00 – 8,99	незвичайно сувора
9,00 – 10,00	винятково сніжно	9,00 – 10,00	винятково сувора

Більше половини зимових періодів (58,3% від всіх зим) на ст. Славське виявляються малосніжними (категорії від 2 до 5): «дуже мало снігу» – 19,4%, «помірно мало снігу» – 16,7% і «мало снігу» – 22,2% (табл. 3.3). Індекс сніжності коливається в межах від 2,1 до 7,6. Необхідно зауважити, що жодного разу на ст. Славське не спостерігались зими, коли було винятково або незвичайно мало снігу, а також зими незвичайно або винятково сніжні. Середнє значення коефіцієнту сніжності 4,6, що відповідає категорії «мало снігу». Найбільш сніжним зимовим періодом на ст. Славське виявилися зима 1975/1976 рр., коли коефіцієнт сніжності сягав рекордного значення 7,6. Хоча мали місце ще три сезони, коли коефіцієнт сніжності був практично таким самим високим – сезони 1963/1964 рр. (7,4), 1999/2000 рр. (7,5) і 2005/2006 рр. (7,4).

Таблиця 4.3 – Класифікація зимових сезонів 1948/1949 – 2019/2020 рр. на ст. Славське за сніжністю і суворістю

<i>Тип</i>	<i>м'яка</i>	<i>помірно м'яка</i>	<i>помірно прохолодна</i>	<i>прохолодна</i>	<i>помірно сувора</i>	<i>сувора</i>
<i>дуже мало снігу</i>	2006/2007	1950/1951, 1989/1990, 1993/1994, 1997/1998, 2000/2001, 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2019/2020	1958/1959, 1990/1991, 1994/1995, 2007/2008			
<i>помірно мало снігу</i>		1960/1961, 1974/1975, 1976/1977, 1982/1983,	1959/1960, 1965/1966, 1973/1974, 1987/1988	1952/1953, 2009/2010, 2010/2011	1953/1954	
<i>мало снігу</i>		2008/2009, 2018/2019	1954/1955, 1971/1972, 1972/1973, 2001/2002, 2017/2018	1949/1950, 1957/1958, 1961/1962, 1970/1971, 1978/1979, 1979/1980, 1985/1986, 1992/1993	1968/1969	
<i>помірно сніжно</i>		1988/1989	1956/1957, 2012/2013	1964/1965, 1969/1970, 1983/1984, 1991/1992, 1996/1997, 2004/2005, 2011/2012, 2016/2017	1951/1952, 1955/1956, 1981/1982	1995/1996
<i>сніжно</i>				1966/1967, 1967/1968, 1977/1978, 1980/1981, 1998/1999, 2003/2004	1948/1949, 2002/2003	1962/1963, 1984/1985, 1986/1987
<i>дуже сніжно</i>				1999/2000	1975/1976, 2005/2006	1963/1964

В 11 випадках було зареєстровано сніжні зими (табл. 4.3), найбільша частина з яких мала місце в період 1961 – 1990 рр., лише сезони 1998/1999 рр., 2002/2003 рр. і 2003/2004 рр. були сніжними, слід зазначити, що в категорію сніжних або дуже сніжних зим виявляється тільки одна зима до 1961 р. – сезон 1948/1949 рр. Найнижче значення коефіцієнту сніжності було зареєстровано в сезон 2015/2016 рр., більшість зим з дуже малою кількістю снігу припадає саме на останнє тридцятиріччя – з 14 таких зим 12 спостерігаються саме в період 1991 – 2020 рр.

Для коефіцієнту сніжності спостерігається спадний тренд за всіма трьома методами оцінки ($Zs = -0,82$, табл. Б.1, Додаток Б). Метод найменших квадратів і тест нахилу Сена вказують на незначне зменшення індексу з часом – приблизно на 0,06 одиниць за десятиріччя. Але це вказує на негативні тенденції, оскільки чим меншою є площа снігового покриву, тим більший внесок буде у зростання температури. В часовому ряді ковзного середнього коефіцієнту сніжності дуже добре визначаються десятилітні періодичності.

Більшість зимових періодів на ст. Славське характеризуються як прохолодні (36,1 %, табл. 4.3) і помірно прохолодні (23,6%). Індекс суворості зими коливається на ст. Славське від 1,3 (сезон 2006/2007 рр.) до 6,9 (зима 1963/1964 рр.), а середнє значення становить 4,1, що відповідає прохолодній зимі. Найхолодніша зима 1963/1964 р. відноситься до суворої зими, таких зим за всю історію спостережень на ст. Славське було усього 5, остання мала місце в 1995/1996 рр. Найтепліша зима 2006/2007 р. відноситься до м'якої зими і таких м'яких зим більше не спостерігалось за увесь досліджуваний період.

Тренд, визначений за тестом нахилу Сена і методом найменших квадратів, вказує на зниження суворості зими приблизно на 0,2 за десятиліття. Метод Манна-Кендалла вказує на значне падіння суворості зими ($Zs = -2,84$, табл. Б.1, Додаток Б) і цей тренд є статистично значущим.

Слід зауважити, що м'які, помірно м'які і помірно прохолодні зими зазвичай характеризуються невисоким сніговим покривом і найнижчими коефіцієнтами сніжності. Таким чином, можна припустити залежність між цими двома коефіцієнтами. Статистично значущий додатний коефіцієнт кореляції було визначено (0,75). Більшість зим – 30,5 % – є прохолодними з дуже змінною сніжністю від «мало снігу» до «сніжно». В 20,8% випадків мають місце малосніжні м'які зими.

Сума висоти снігового покриву за зимові сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр. на ст. Славське показано на рис. 4.12. Зимовим сезоном так само вважався період з грудня по березень включно. Загальна висота снігового покриву визначається високою мінливістю: в основному, з великою сумарною висотою снігового покриву межують з роками з низькою висотою. За увесь досліджуваний період найвища сумарна висота снігового покриву сягала 5 236 см в 1975/1976 рр. Друга найбільш сніжна зима трапилась в 1963/1964 рр., коли сумарна висота снігового покриву сягала 4 547 см. За весь досліджуваний

період тільки в цих двох випадках сумарна висота снігового покриву була більшою за 4000 см, в одному з яких за 5000 см.

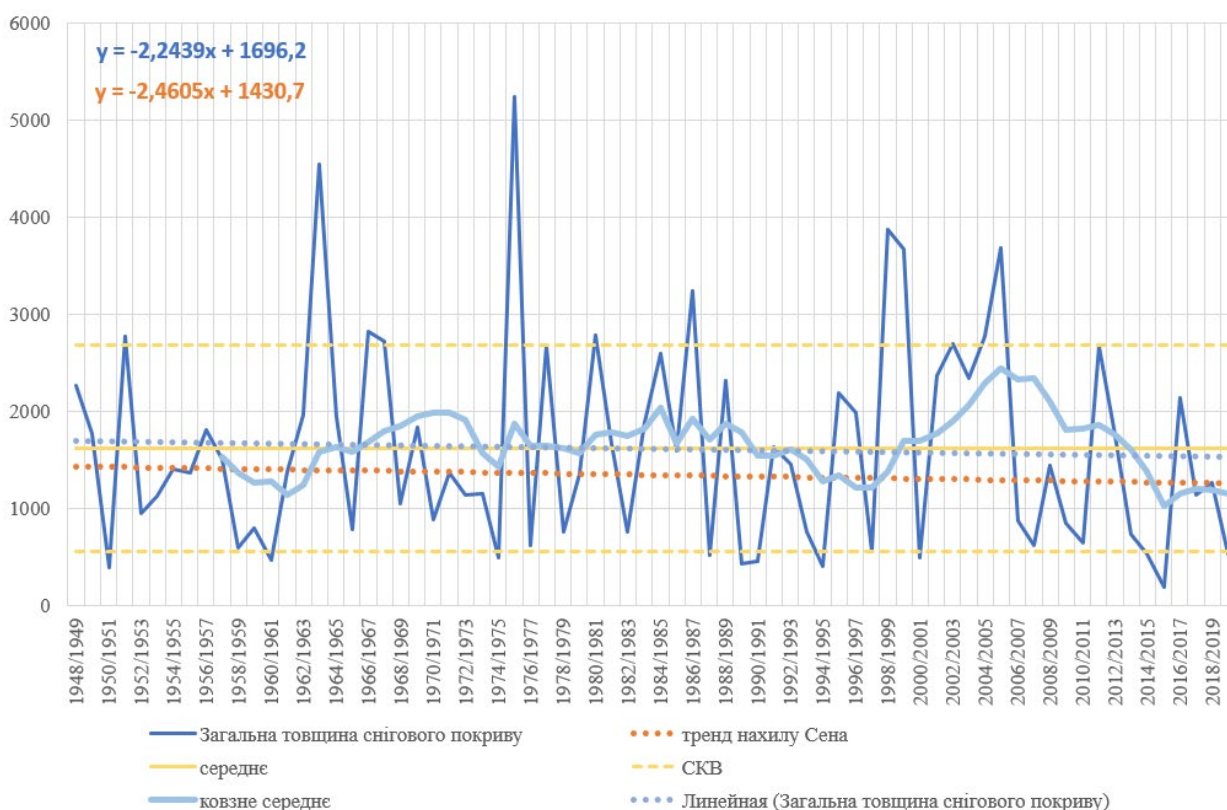


Рисунок 4.12 – Сумарна висота снігового покриву (см) на ст. Славське в сезони 1948/1949–2019/2020 рр.

Абсолютний мінімум сумарної висоти снігового покриву (181 см) спостерігався в сезон 2015/2016 рр., який характеризувався помірно м'якою зимою. В сезони 1950/1951, 1989/1990, 1990/1991 і 1994/1995 рр. сумарна висота снігового покриву не перевищувала 500 см, що для ст. Славське і для гірських місцевостей є екстремально низькими значеннями.

Середнє значення за весь досліджуваний період становить 1614 см. В часовому ряді ковзного середнього для сумарної висоти снігового покриву дуже добре визначені десятилітні періодичності. Незважаючи на наявність сніжних зим, тренд, визначений за трьома методами, є від'ємний. За методом Манна-Кендалла отримано $Zs = -0,56$. За методом найменших квадратів і тестом нахилу Сена зменшення сумарної висоти снігового покриву відбувається зі швидкістю 22,4 – 24,6 см на десятиліття відповідно, що є досить суттєвим показником. Значне глобальне потепління пов'язане зі

зменшенням снігового покриву, а екстремально теплі зими, які спостерігаються в останні десятиліття набагато частіше, призводять до зменшення снігового покриву.

Класифікація, запропонована в роботі [4] дозволила визначити повторюваність певних типів снігового покриву в зимові сезони (рис. 4.13). Зимові сезони визначались як періоди з грудня по березень включно.

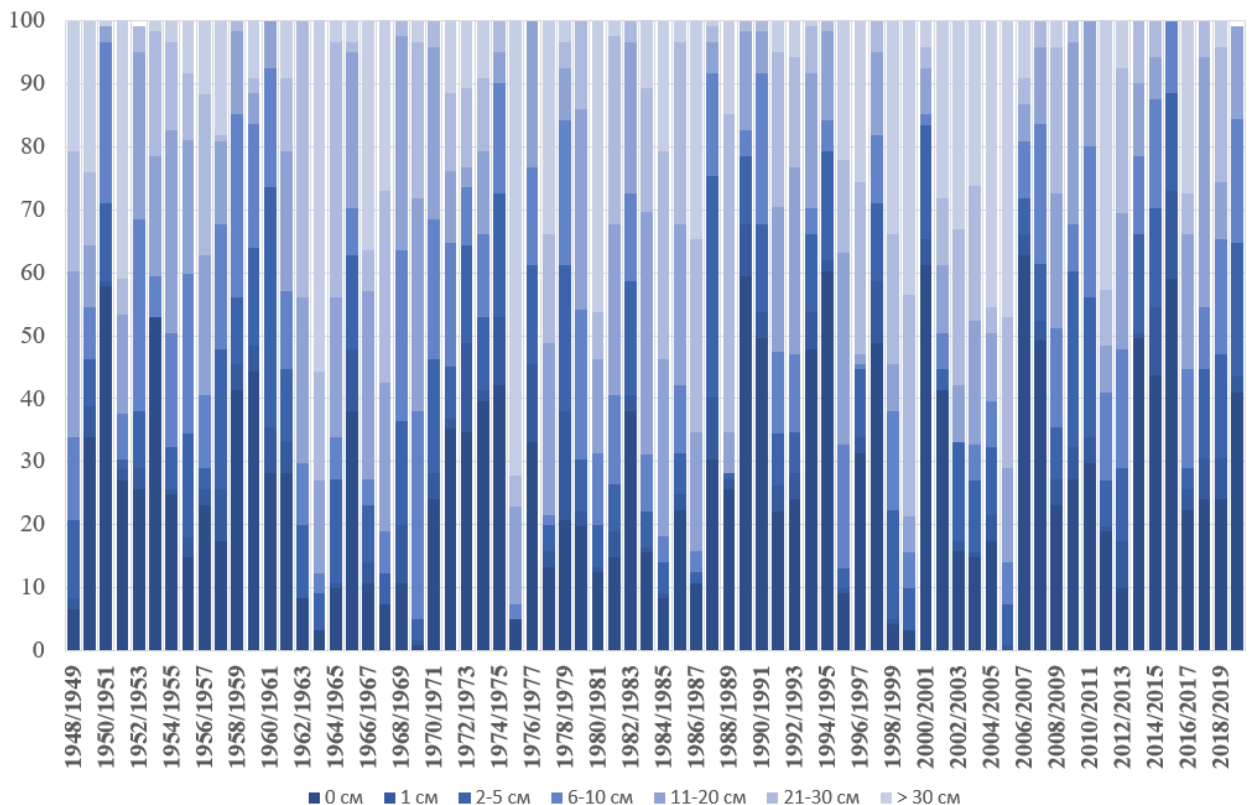


Рисунок 4.13 – Частка (%) днів з різною висотою снігового покриву на ст. Славське в зимові сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Частка днів з різною висотою снігового покриву вказує на високу мінливість снігового покриву від сезону до сезону. Можна бачити, що сезони з високою часткою низької висоти снігового покриву або його відсутністю межують з сезонами, в які досить часто сніговий покрив сягав досить високих значень. Можна бачити, що практично в усі сезони спостерігається сніговий покрив висотою 30 см і вище, особливо часто такий сніговий покрив спостерігався в період з 1961 по 1990 рр., до і після цього періоду частка такого снігового покриву менша, особливо в останні десятиліття. За весь період спостерігався 21 сезон з відсутністю снігового покриву з висотою вище за

30 см. Найбільша частка снігового покриву такої висоти (73,7%) була зареєстрована у найбільш сніжний сезон 1975/1976 рр., який характеризується високою сніжністю, помірно суворою зимою і досить великою тривалістю сезону зі сніговим покривом (141 день, табл. В.1, Додаток В). Найменш сніжним сезоном з найвищою часткою днів з відсутністю снігу (62,8%) видався сезон 2006/2007 рр., в якому було зареєстровано найм'якішу зиму. Лише в один сезон 2005/2006 рр. було днів, коли був відсутнім сніговий покрив. Найбільша частка снігового покриву висотою 21–30 см мала місце в сезон 1988/1989 рр., це єдиний випадок помірно м'якої зими, яка відзначалась високим коефіцієнтом сніжності (категорія «помірно сніжно»). Найбільша частка градації 11–20 см мала місце в сезон 2017/2018 рр. (39,7%), а градації 2–5 см – в сезон 1960/1961 рр. Обидва сезони відносились до малосніжних зим (табл. 4.3).

За багаторічними середніми значеннями практично в третині всіх днів в сезон (27,2%) сніговий покрив є відсутнім, дуже не часто має місце сніговий покрив висотою 1 см (4,0% всіх випадків) і всі інші градації мають практично однакову повторюваність, яка коливається від 11,7 (для градації 2–5 см) до 13,5% (для снігового покриву висотою більше за 30 см), виключаючи градацію 11–20 см, багаторічна осереднена частка якої становить 17,6%.

На рис. 4.14 представлено висоту снігового покриву, осереднену за весь досліджуваний період, в певні місяці сезону. Середня висота розраховувалась за кожен місяць для всіх днів, враховуючи і дні без снігового покриву. Аналізуючи середню висоту снігового покриву, можна бачити, що найвища висота снігового покриву спостерігається у лютому і становить 19,1 см, найнижчі – очікувано мають місце в травні і вересні. В ці місяці, якщо і формується, то дуже нестійкій сніговий покрив, який швидко руйнується. В жовтні і листопаді сніговий покрив починає утворюватися і його середня висота є досить незначною, збільшуючись протягом наступних трьох зимових місяців, а вже в березні стає набагато меншою, хоча і залишається суттєвою (10,5 см).

На рис. 4.15 представлено кількість днів з додатним і від'ємним добовим прирістом снігу на ст. Славське.

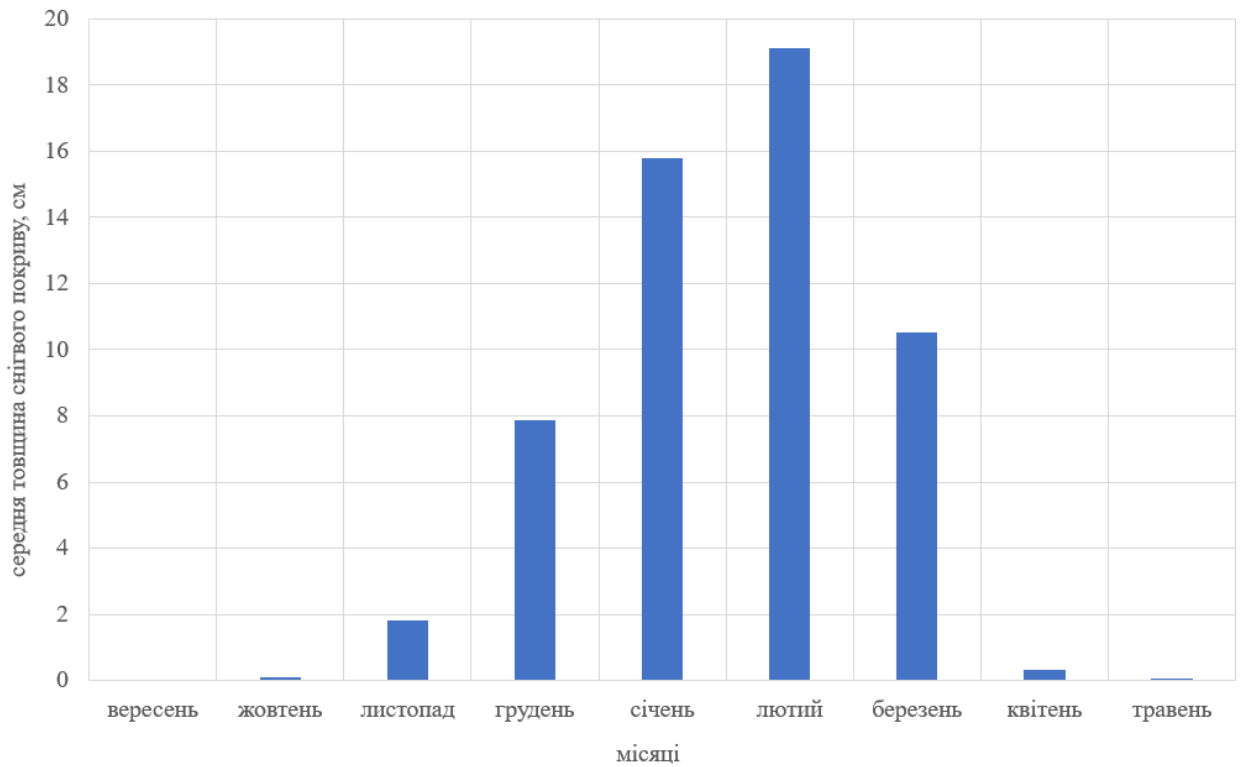


Рисунок 4.14 – Осереднена висота снігового покриву (см) в певні місяці сезону на ст. Славське

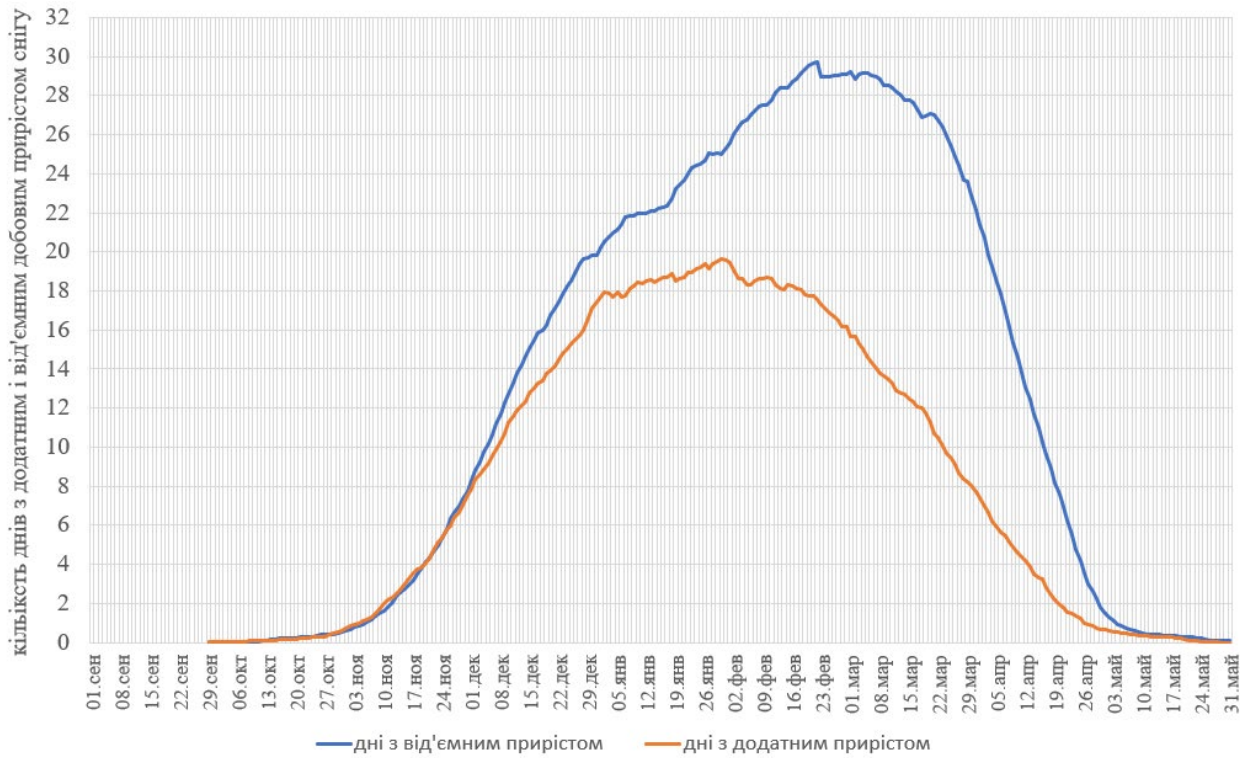


Рисунок 4.15 – Кількість днів з додатним і від'ємним добовим приростом снігу на ст. Славське – для згладжування використовувалось ковзне осереднення

Аналізуючи кількість днів з додатним приростом, можна бачити, що поступовий приріст снігового покриву розпочинається з початку листопада і сягає найвищих значень на початку грудня і лишається практично сталим до початку березня, а в березні вже кількість днів, в які сніговий покрив зростає, починає невпинно зменшуватись. Але ще навіть наприкінці квітня може утворюватись сніговий покрив. Руйнується сніговий покрив повсякчас, і кількість днів з від'ємним приростом, навіть в період найбільшого зростання снігового покриву, перевищує кількість днів з додатним приростом, за виключенням деяких коротких періодів в листопаді.

На рис. 4.16 показано кількість днів зі сніговим покривом, яка спостерігалась кожного дня протягом періоду 1948/1949 – 2019/2020 рр. і середню висоту снігового покриву, яка мала місце в ці дні.

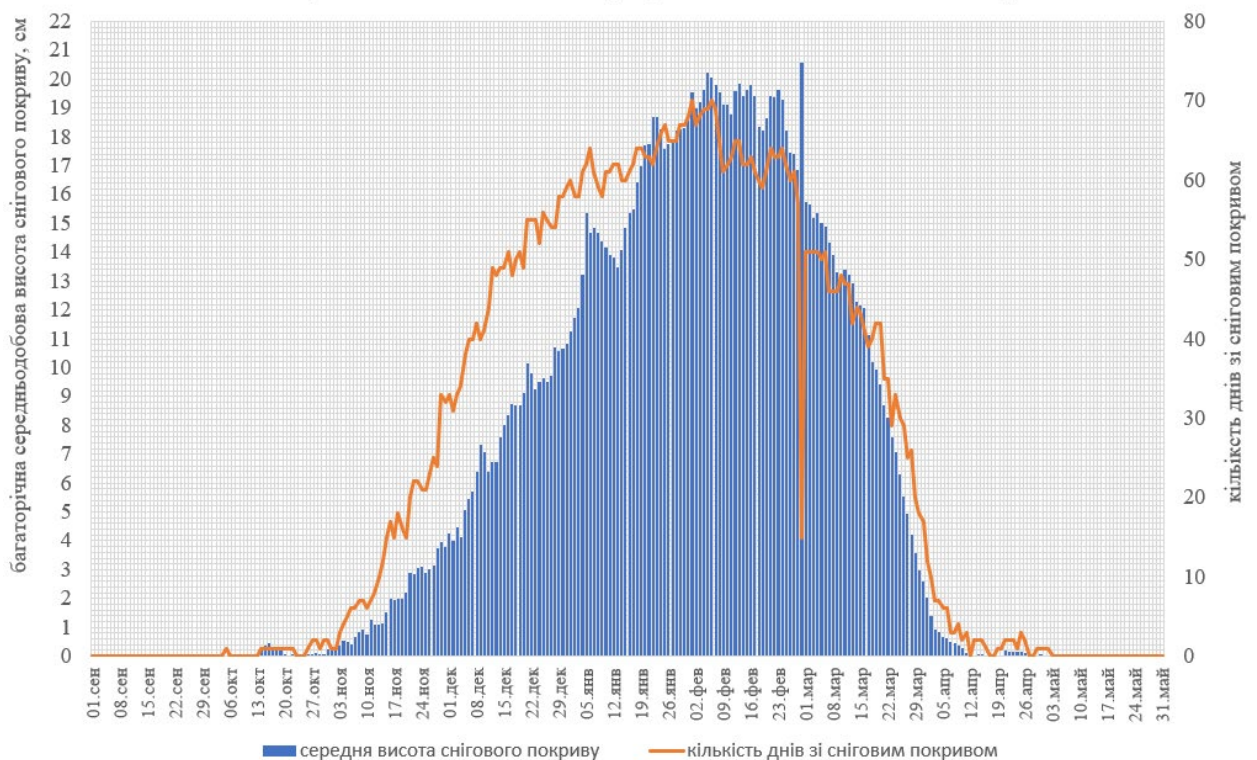


Рисунок 4.16 – Зміна багаторічної середньодобової висоти снігового покриву (см) і кількість днів зі сніговим покривом на ст. Славське протягом сезону в період 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Сніговий покрив поступово формується з середини жовтня, набираючи кожного дня все більшої висоти, яка сягає свого максимуму в першій декаді

січня, і зберігається впродовж всього січня і лютого, а вже в останній тиждень лютого розпочинається швидка руйнація снігового покриву, яка триває аж до початку квітня. Місяці зі стійким сніговим покривом – це зазвичай зимові місяці і березень, незважаючи на початок інтенсивної руйнації снігового покриву. Можна побачити, що в січні і лютому майже кожного числа сніговий покрив є наявним, а в березні кількість днів зі сніговим покривом вже стрімко падає.

На рис. 4.17 представлено максимальний за сезон добовий приріст снігового покриву.

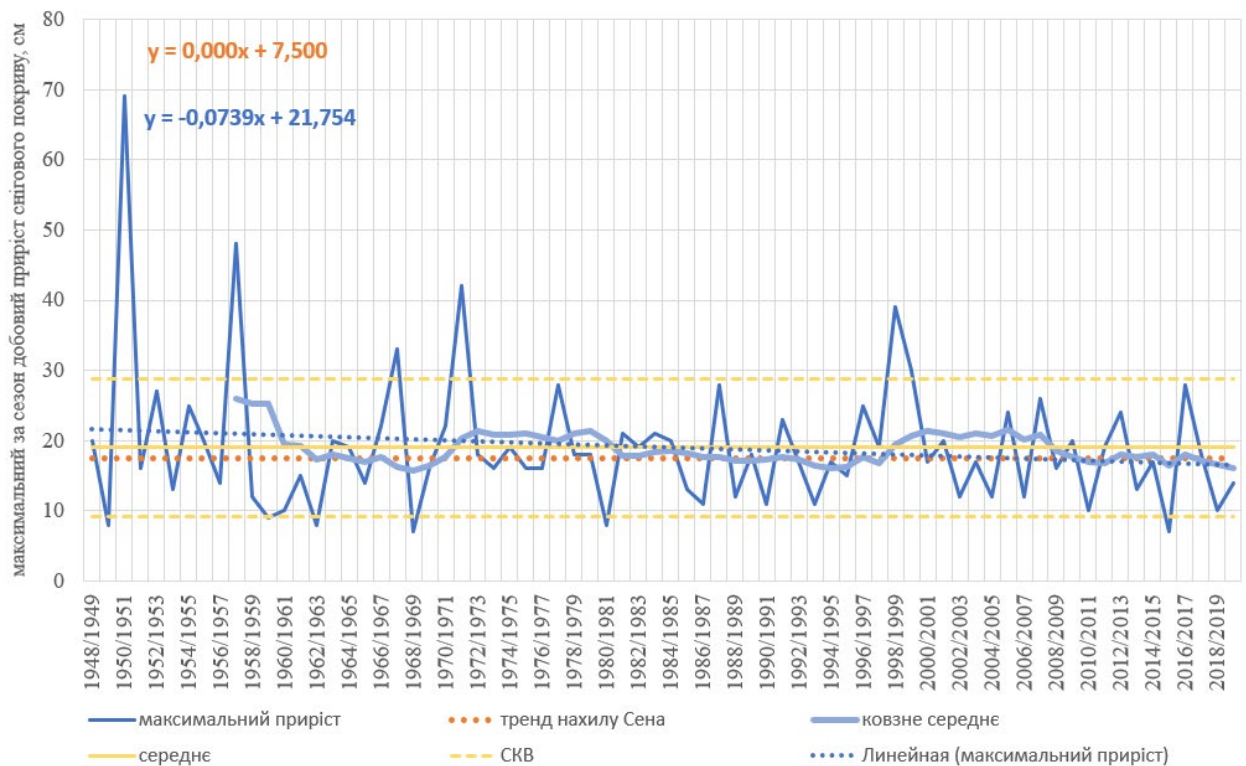


Рисунок 4.17 – Максимальний за сезон добовий приріст снігового покриву на ст. Славське за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Максимальний за сезон добовий приріст снігового покриву характеризується великою мінливістю у часі. Абсолютний максимум добового приросту (69 см за добу) спостерігався в сезон 1950/1951 рр., коли мала місце помірно м'яка малосніжна зима. Друге за величиною найбільше значення максимального приросту було же в півтори рази менше (48 см) і було зареєстровано в помірно холодну малосніжну зиму 1957/1958 рр. В сезон

1971/1972 рр. біло зафіксовано третій за величиною максимум, який сягнув 42 см. Всі ці максимуми було зареєстровано до 1973 р., і за весь досліджуваний період більше ніколи максимальний добовий приріст не перевищив значення у 40 см, хоча в сезон 1998/1999 рр. мав місце максимальний приріст, який також заслуговує на увагу, оскільки був дуже близьким до третього за величиною максимуму, – його значення становило 39 см. Середнє значення максимального за сезон добового приросту дорівнює 19,1 см. Мінімальні значення максимального приросту спостерігаються в два сезони 1968/1969 (помірно сувора малосніжна зима) і 2015/2016 рр. (помірно м'яка малосніжна зима).

Максимальний добовий приріст на ст. Славське помітно зменшується з часом, хоча на це вказують тільки тренди, визначені за допомогою методу найменших квадратів і тесту Манна-Кендалла ($Z_s = -0,41$). Метод найменших квадратів надає незначне зменшення максимального приросту – лише на 0,7 см за десятиліття, а тест нахилу Сена взагалі вказує на сталий тренд.

На рис. 4.18 і 4.19 представлено 90-ту і 10-ту процентилі добової висоти снігового покриву сезонів 1948/1949 – 2019/2020 рр.

90-та процентиля добової висоти снігового покриву, визначена за період з 1 грудня по 31 березня для всіх зимових сезонів, коливається від 9,9 (сезон 1950/1951 рр.) до 98,0 см (сезон 1998/1999 рр.). Сезон 1950/1951 рр. характеризується екстремально низькими значеннями і рядах інших характеристик таких як тривалість і висота снігового покриву. Сезон 1998/1999 р. відповідала сніжна і прохолодна зима і в цей день спостерігались абсолютні максимуми максимальної і середньої, визначеної за всі дні сезону, висоти снігового покриву. В ряді 90-тої процентилі дуже великий розкид даних біля середнього значення, яке становить 31,7 см: високі значення 90-тої процентилі межують з низькими.

В ряді ковзного середнього є добре вираженим період з 1998 р. до 2016 р., який досить добре виявляється в рядах висоти снігового покриву і кількості днів зі сніговим покривом.

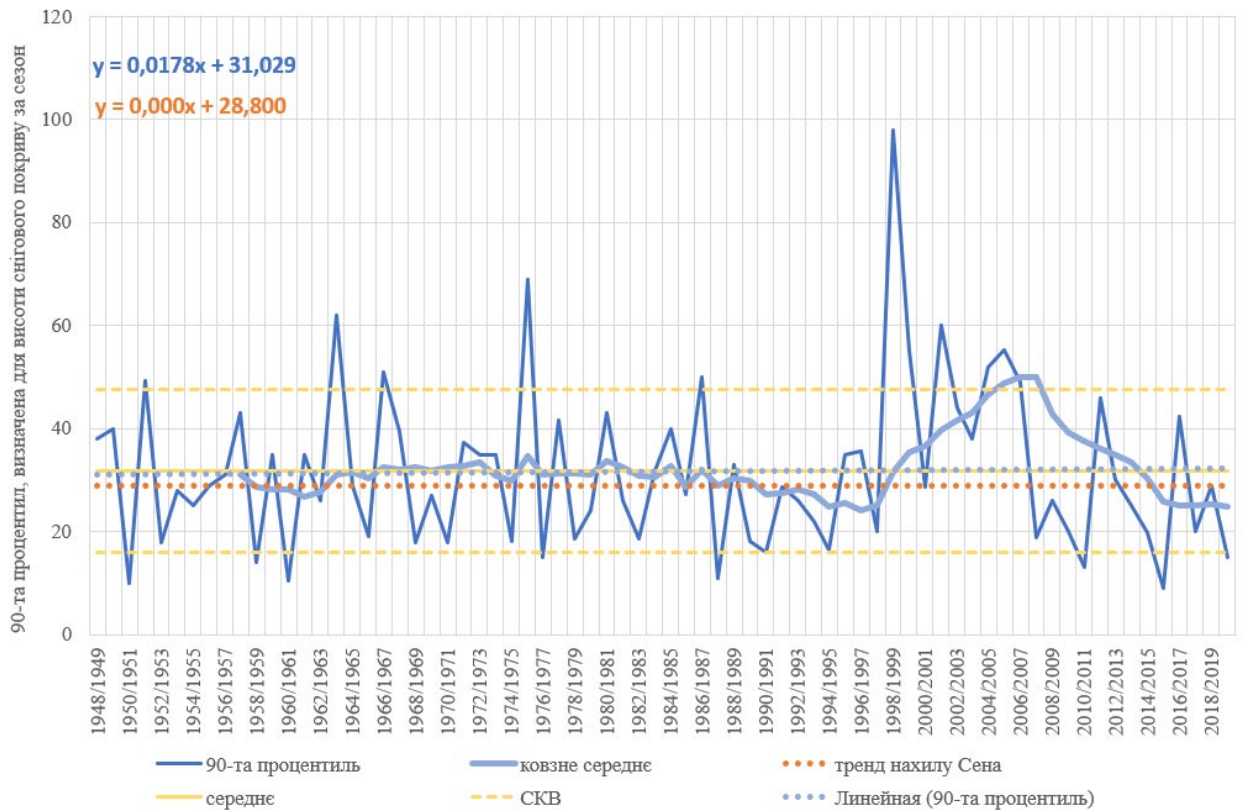


Рисунок 4.18 – 90-та процентиль добової висоти снігового покриву, визначена за період з 1 грудня по 31 березня, для сезонів 1948/1949 – 2019/2020 рр. на ст. Славське

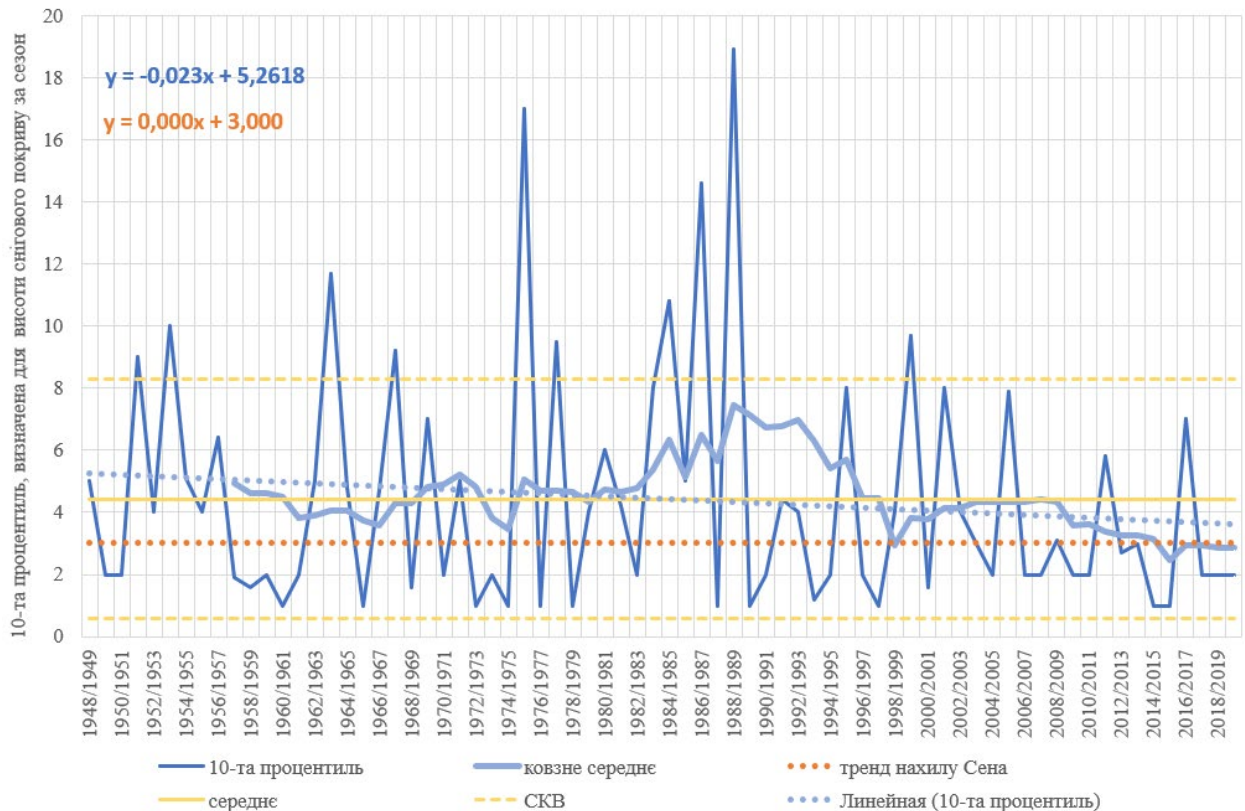


Рисунок 4.19 – 10-та процентиль добової висоти снігового покриву, визначена за період з 1 грудня по 31 березня, для сезонів 1948/1949 – 2019/2020 рр. на ст. Славське

Тренди, визначені за методами найменших квадратів, Манна-Кендалла і нахилу Сена, надають різні результати: немає узгодженості навіть в знаку. Тренд, визначений за методом найменших квадратів, показує незначне збільшення 90-тої процентиля на 0,2 дні за десятиліття, в той же час тест нахилу Сена вказує на відсутність будь-якої тенденції. Тест Манна-Кендалла все ж таки вказує на дуже незначний спадний тренд ($Zs = -0,02$, Додаток Б, табл. Б.1).

10-та центиль характеризується ще більшим розкидом значень біля середнього, яке становить 4,4 см. Максимальне значення (18,9 см) було зареєстроване в сезон 1988/1989 рр., в який мала місце помірно м'яка, але сніжна зима, а мінімальне (1,0 см) спостерігається в декілька сезонів 1960/1961, 1972/1973, 1987/1988, 1997/1998, 2014/2015, 2015/2016 рр., яким відповідали малосніжні помірно м'які і помірно прохолодні зими.

Ряд 10-тої центилі визначається тенденцію до зменшення за методом найменших квадратів (швидкість зменшення 10-тої центилі становить 0,2 дні за десятиліття) і тестом Манна-Кендалла ($Zs = -1,09$, табл. Б.1, Додаток Б). За тестом нахилу Сена було визначено відсутність тенденції.

4.4 Дати утворення і руйнування снігового покриву. Тривалість залягання снігового покриву

Дата появи снігового покриву – це день, в який під час випадіння снігу вперше на початку сезону (зазвичай, восени чи взимку) утворюється сніговий покрив (висоту і ступінь покриття на метеорологічних станціях визначають о 8 год. ранку (06 год. 00 хв МСЧ). Цей день, вважається першою датою появи снігового покриву.

Протягом зими дат появи снігового покриву може бути багато, але початком явища утворення снігового покриву вважається найперша дата появи снігу на поверхні.

Дата руйнування снігового покриву – це день, в якій було в останній раз зафіксовано сніговий покрив на 6 год. 00 хв. МСЧ поточного снігового сезону. Зазвичай цю дату визначають влітку, коли вже відомо, яка саме із дат руйнувань була останньою за сезон.

Сніговий покрив протягом сезону, особливо у весняний період, може декілька разів зникати і через деякий термін знов утворюватися. Це так званий нестійкий сніговий покрив.

Нестійкий сніговий покрив – це сніговий покрив, який не має стійкого снігового прошарку і піддається частим руйнуванням до повного свого зникнення. Нестійкий сніговий покрив – це сніговий покрив, період залягання якого становить менше, ніж 24 календарні дні.

На рис. 4.20 представлено дати появи і руйнування снігового покриву в сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

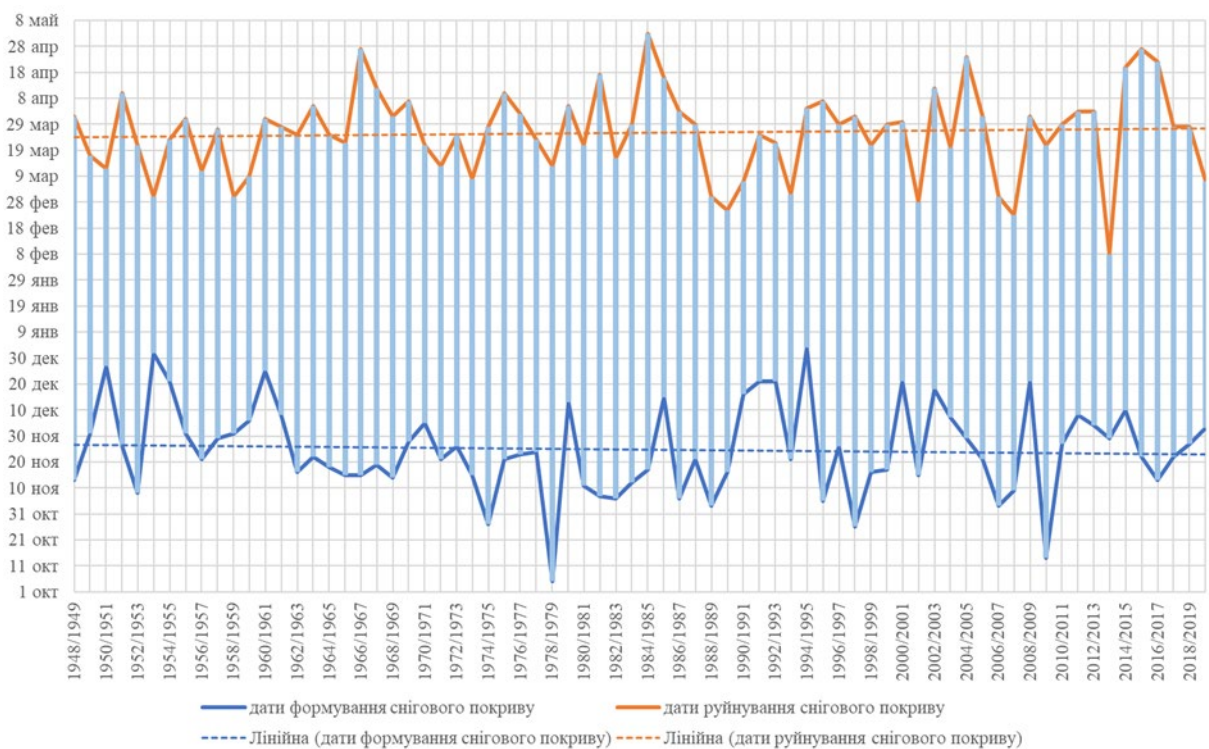


Рисунок 4.20 – Дати появи і руйнування снігового покриву на ст. Славське за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Найранішу дату появи снігового покриву було зафіксовано 5 жовтня в сезон 1978/1979 рр., який характеризувався тривалістю у 159 днів між датами утворення і руйнування (рис. 4.21), і числом днів із снігом у 102 дні. Сума висоти снігу становила 768 см за весь період з максимальною висотою 36 см. За коефіцієнтами сніжності і суворості цей зимовий період можна

охарактеризувати як прохолодний і малосніжний. Дата зникнення снігового покриву становила 13 березня 1979 року.

Другою найранішою датою появи снігового покриву було 14 жовтня в сезон 2009/2010 рр. В цей період проміжок часу між датами утворення і руйнування снігового покриву сягав 134 днів (рис. 4.21), з яких 92 дні були із снігом. Сума висоти снігу в цей сезон становила 989 см з максимальною висотою 34 см (табл. В.1, Додаток В). Цей зимовий сезон характеризувався як зима з дуже частими відлигами і руйнуванням снігового покриву. Цей період за індексами сніжності і суворості зими також характеризується як прохолодний і малосніжний, що вказує на те, що ранні дати настання зимового сезону не означають сніжної зими. Дата зникнення снігового покриву становила 20 березня 2010 року.

Найпізнішою датою появи снігового покриву було 27 грудня 1950 року в сезоні 1950/1951 рр., який тривав 75 днів (рис. 4.21), з яких спостерігався 51 день зі снігом (табл. В.1, Додаток В). Сума висоти снігу становила 315 см за весь період з максимальною висотою 12 см і без стійкого снігового періоду, а 12 березня 1951 року сніговий покрив зруйнувався.

Дати появи снігового покриву характеризуються дуже великою мінливістю і виявляється тенденція до більш ранньої появи снігового покриву, на що вказує лінійний тренд на рис. 4.20.

Найпізнішими датами закінчення зимового сезону, тобто зруйнування снігового покриву, є 27 квітня в сезони 1966/1967 рр. і 2015/2016 рр., 3 травня 1984/1985 рр. і 24 квітня 2004/2005 рр. Три сезони з чотирьох з пізньою датою руйнування снігового покриву, були сніжними або помірно сніжними і прохолодними або суворими, четвертому сезону 2015/2016 рр., навпаки, відповідає дуже малосніжна помірно м'яка зима (табл. 4.3). Тривалість цих сезонів коливалась від 128 до 157 днів (рис. 4.21), причому найдовша тривалість сезону відповідає м'якій малосніжній зимі. Максимальна висота снігового покриву для випадків сніжної зими варіювала в межах від 43 до 70 см, в той час як в сезон 2015/2016 рр. спостерігався абсолютний мінімум максимальної висоти – 10 см.

Найранішою датою закінчення зимового сезону була 8 лютого 2013/2014 рр. Це зима, яка була помірно м'якою і дуже

малосніжною (табл. 4.3), її тривалість становила всього 71 день (рис. 4.21), початок припав на 29 листопада 2013 р. Ця зима була однією з найменш тривалих за весь досліджуваний період. Деякі інші сезони також заслуговують на увагу через закінчення зимового періоду в лютому: це сезони 1989/1990 рр. – дата руйнування 25 лютого, 2001/2002 рр. – 28 лютого і 2007/2008 рр. – 23 лютого. Ці всі зими також відносяться до малосніжних і або помірно м'яких (сезон 1989/1990 рр.), або помірно прохолодних (2001/2002, 2007/2008 рр.). Як можна бачити з рис. 4.19 і табл. В.1, Додаток В, ці сезони характеризуються не такою короткою тривалістю, як сезон 2013/2014 рр., але нижчою за середню.

В датах руйнування снігового покриву існує також великий розкид і. незважаючи на ранні закінчення зимового сезону, які почастишали в останні десятиліття, тренд в датах остаточного руйнування снігового покриву вказує на рух цих дат в бік все більш пізнього завершення сезону.

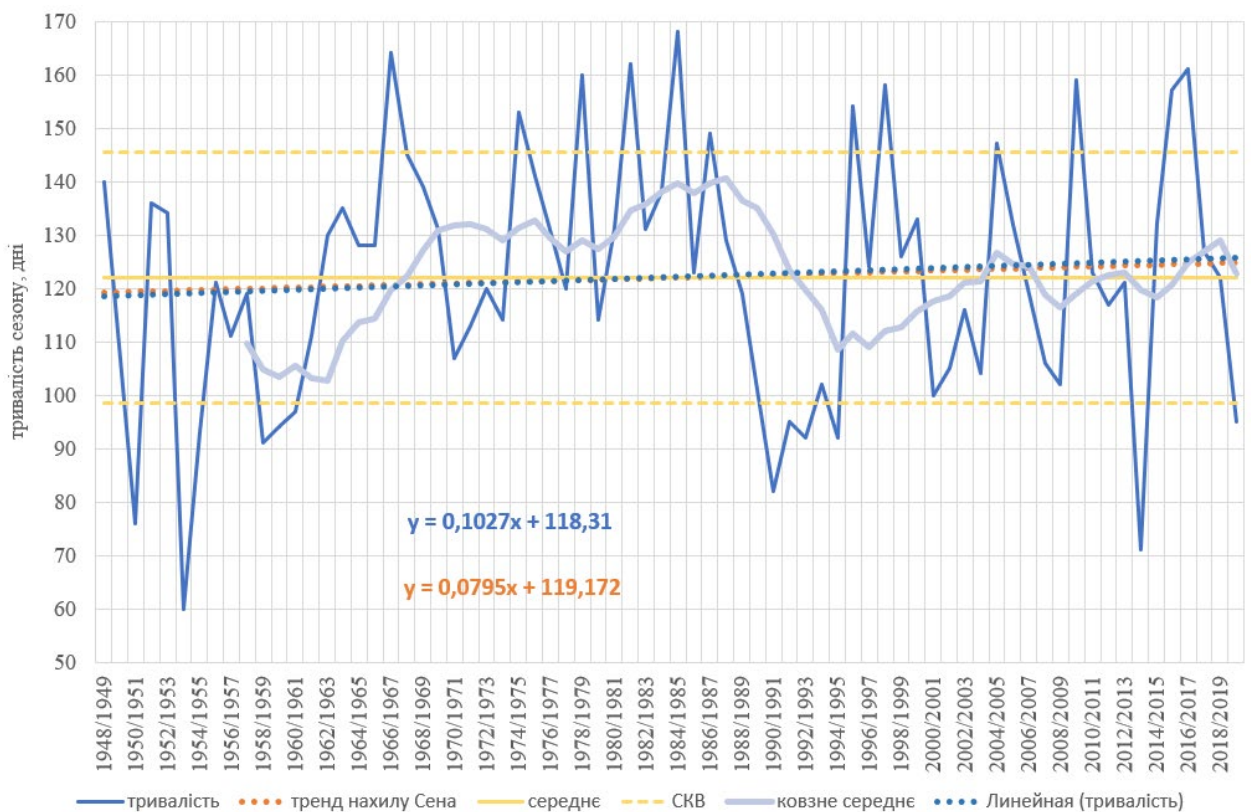


Рисунок 4.21 – Тривалість зимового періоду на ст. Славське за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр., визначена як кількість днів між найранішою датою появи снігового покриву і найпізнішою датою руйнування снігового покриву.

Тривалість зимового періоду, представлена на рис. 4.21. Як і дати утворення і руйнування снігового покриву тривалість відзначається великим розкидом навколо середнього значення, яке становить 122,1 дні. В ряді тривалості викриваються періодичності, які також наявні і в ряді ковзного середнього. Ці періодичності мають інший більший період, аніж періодичності виявлені в рядах кількості днів зі сніговим покривом і висоти снігового покриву. Найбільше значення тривалості відповідає сезону 1984/1985 рр. (168 днів), коли спостерігалась суворі і сніжна зима, яка характеризувалась дуже пізньою датою руйнування снігового покриву – 3 травня. Деякі інші сезони також заслуговують на увагу через велику наближеність їх тривалості до абсолютного максимуму. Це сезони 1966/1967 рр., 1981/1982 рр. і 2016/2017 рр., їх тривалість перевищувала 160 днів. В усі ці зими сніжінсть від «помірно сніжно» до «сніжно», а термічні умови від «прохолодно» до «помірно суворо».

Найменше тривав сезон 1953/1954 рр., тривалість якого становила всього 60 днів, хоча ця зима відноситься до малосніжної, але помірно суворі. Значні мінімуми тривалості мали місце ще в 1950/1951 рр. (76 днів) і 2013/2014 рр. (71 день). Ці обидві зими відносяться до дуже малосніжних і помірно м'яких.

Хоча протягом всього досліджуваного періоду спостерігаються мінімуми тривалості, проте всі тренди вказують на зростання тривалості: тест Манна-Кендалла надає додатний результат $Z_s = 0,55$. Метод найменших квадратів і тест нахилу Сена надають зростання тривалості від 0,8 до 1 дня в десятиріччя.

Стійкий сніговий покрив – це період залягання снігового покриву протягом 30 днів і більше з сумарним переривом в період не більше 5 днів сумарно і 3 днів поспіль. Періодів із стійким сніговим покривом за зимовий період може утворюватися і руйнуватися декілька разів. Датою утворення стійкого снігового покриву рахують дату появи першого стійкого снігового покриву, а датою руйнування останню дату руйнування останнього з періодів із стійким сніговим покривом. Період між двома періодами зі стійким сніговим покривом вважається періодом відлиги, в який може утворюватися

декілька раз нестійкий сніговий покрив. Перерив між датами утворення і руйнування має складати не менше 10 днів.

На рис. 4.22 представлено дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву на ст. Славське за сезони 1948/1949–2019/2020 рр.

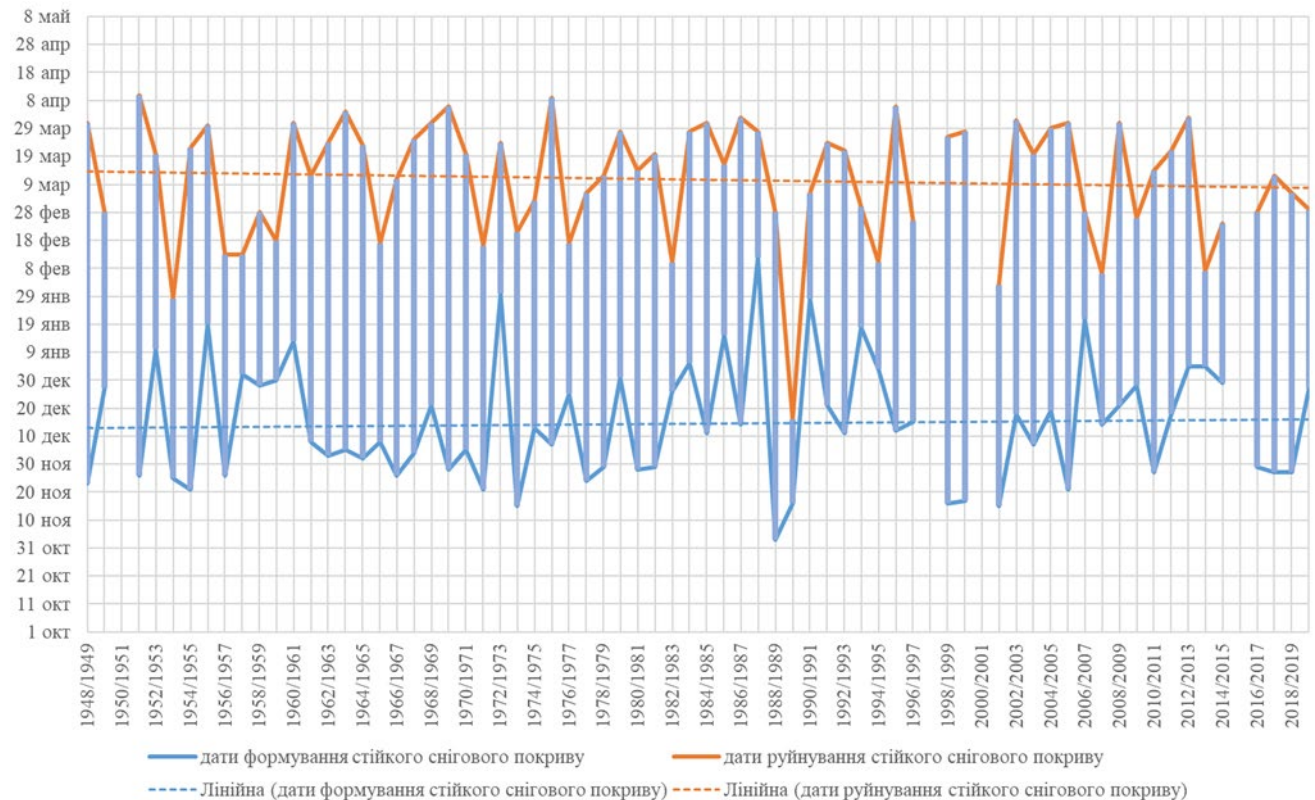


Рисунок 4.22 – Дати появи і руйнування стійкого снігового покриву на ст. Славське за сезони 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Найранішою датою утворення снігового покриву за весь період є 16 листопада 1989р. в сезоні 1989/1990 рр. Тривалість цього стійкого снігового покриву становила 30днів, що є мінімальним значенням у тривалості стійкого снігового періоду. Максимальна висота снігового покриву становила 17 см, а сумарна висота снігу за увесь період склала 487 см. Дата руйнування припадає на 16 грудня 1989 р..

Найпізнішою датою утворення снігового покриву є 12 лютого 1988 року у зимовому сезоні 1987/1988р. Тривалість періоду становила 41 день з максимальним значенням висоти снігу 33 см, сума висоти снігового покриву

склала 336 см. Дата руйнування снігового покриву припадає на 28 березня 1988 року.

Найбільшим за тривалістю був період зимового сезону 1999-2000р. Дата появи 17 листопада 1999 року з тривалістю між датами у 132 дня і це доволі велике значення по кількості днів. Максимальна висота снігу 71 см і сумою висот за даний період 3961 см. Дата руйнування 28 березня 200р.

Рис. 4.20 показує, що є зимові сезони, в які стійкий сніговий покрив не утворився. Це зимові сезони 1950/1951 рр, 1997/1998 рр., 2000/2001 рр. і 2015/2016р. Це не означає що у ці сезони снігу не випадало, чи не утворювався сніговий покрив, просто були доволі тривалі періоди із потеплінням, які не надали змогу стійкому сніговому покриву сформуватися. Всі ці сезони відносяться до дуже малосніжних помірно м'яких зим.

Визначені за методом найменших квадратів тренди в датах утворення і руйнування стійкого снігового покриву є від'ємними на відміну від трендів, визначених для дат першого утворення і найпізнішого руйнування снігового покриву. Дати утворення стійкого снігового покриву переходять з першої декади до другої декади листопада, а дата руйнування переміщується з другої до першої декади березня, що повністю відповідає кліматичним прогнозам. За останні 30 років почастишали зимові сезони без стійкого снігового покриву. Аналізуючи даний період по графіку ми бачим що тривалість днів із стійким сніговим покривом зменшується і у недалекому майбутньому таке явище може взагалі зникнути. Це характеризує що температури у зимовий період значно зросли і є значні періоди з відлигами що не дозволяє утворити стійкий сніговий покрив на значні періоди.

ВИСНОВКИ

Ст. Славське, розташована на схилах Українських Карпат на висоті 592 м над рівнем моря, характеризується значною середньою висотою снігового покриву – 12 см з абсолютним максимумом – 120 см. В середньому сезон зі сніговим покривом може тривати 122 дні, з яких 96 днів будуть днями, в які спостерігатиметься сніговий покрив. Середня тривалість сезону зі сталим сніговим покривом становить 81 днів, хоча в деякі сезони сталий сніговий покрив відсутній.

Сніговий покрив зазвичай утворюється в жовтні-листопаді, збільшуючись поступово впродовж наступних зимових місяців до максимальних значень в лютому, коли висота снігового покриву становить 19 см, спадаючи до мінімальних значень в квітні-травні. Найбільший приріст снігового покриву відбувається в січні-лютому, хоча руйнується сніговий покрив з більшою швидкістю, аніж приростає практично впродовж всього сезону.

Всі часові ряди снігових характеристик, а саме кількість днів зі сніговим покривом, кількість днів зі сніговим покривом різної висоти, максимальна і середня висота снігового покриву характеризуються виразними спадними трендами, виключаючи тривалість залягання нестійкого снігового покриву, в якому відбувається помітне збільшення з часом, проте тривалість залягання стійкого снігового покриву з часом зменшується, як і інші характеристики. В усіх рядах характеристик снігового покриву досить добре виявляються п'ятнадцятирічні цикли.

За класами індексів сніжності і суворості зими на ст. Славське виявлено 36 типів зими: від м'якої зими з дуже малою кількістю снігу до суворої з великою кількістю, з яких найбільшу повторюваність мають прохолодні малосніжні або помірно сніжні зими та помірно м'які зими з дуже малою кількістю снігу, які становлять 34% всіх зим. Між індексом суворості і сніжності спостерігається тісний лінійний зв'язок.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Armstrong RL, Brun E (eds.) (2008) Snow and climate: physical processes, surface exchange and modeling. Cambridge University Press, Cambridge, NY, pp 256.
2. Brown RD, Robinson DA (2011) Northern Hemisphere spring snow cover variability and change over 1922–2010 including an assessment of uncertainty. *Cryosphere* 5:219–229. [https:// doi.org/ 10. 5194/ tc-5-219-2011](https://doi.org/10.5194/tc-5-219-2011)
3. Bulygina ON, Razuvaev VN, Korshunova NN (2009) Changes in snow cover over Northern Eurasia in the last decades. *Environ Res Lett* 4:045026. [https:// doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/045026](https://doi.org/10.1088/1748-9326/4/4/045026)
4. Chrzanowski J (1988) Snow cover in Poland. Its thickness classification and regionalization. *Mater Bad Seria Meteorol* 15:1–43 (in Polish with English abstract)
5. Climate Change. Impacts and Vulnerability in Europe 2012 – an indicator-based report. European Environment Agency Report no. 12, Copenhagen
6. Falarz, M. (2008) Changes in extreme nival conditions in Poland during the second half of the 20th century. *Meteorologische Zeitschrift* Vol. 17 No. 3, p. 339 – 344, DOI: 10.1127/0941-2948/2008/0293.
7. Falarz M (2007) Potential period of snow cover in Poland and its changes in the 20th century. In: Piotrowicz K Twardosz R (eds) *Wahania klimatu w różnych skalach przestrzennych i czasowych*. Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej. Uniwersytet Jagielloński, Kraków, 205–213
8. Feng S, Hu Q (2007) Changes in winter snowfall/precipitation ratio in the contiguous United States. *J Geophys Res Atmo* 112: D15. <https://doi.org/10.1029/2007J D0083 97>
9. Fontrodona Bach A, van der Schrier G, Melsen LA, Klein Tank AMG, Teuling AJ (2018) Widespread and accelerated decrease of observed mean and extreme snow depth over Europe. *Geophys Res Lett* 45:312–319. <https://doi.org/10.1029/2018G L0797 99>
10. Franczak P (2018) Frequency and thickness of snow cover at the foot of the Babia Góra Massif in the winter seasons 1960/61 to 2014/15. *For Res Pap* 79(2):125–138. [https://doi.org/ 10. 2478/ frp-2018-0014](https://doi.org/10.2478/frp-2018-0014)(in Polish with English summary)
11. Henderson GR, Leathers DJ (2010) European snow cover extent variability and associations with atmospheric forcings. *Int J Climatol* 30:1440–1451. <https://doi.org/10.1002/joc.1990>

12. Janasz J (2000) Thermic and snow conditions of winters in Lublin (1960/61-1994/95). *Acta Agrophys* 34:71–78 (in Polish with English abstract)
13. Nowosad M (1994) A draft of the characteristics of snow cover in the Bieszczady Mountains. *Ann Univ Marie Curie-Skłodowska Sect B XLIX*:197215 (in Polish with English summary)
14. Paczos S (1985) The problem of winter classification in the light of various thermal criteria. *Ann UMCS* 40(7):133–155 (in Polish)
15. Ray, S., Das, S. S., Mishra, P. & Al Khatib, A. M. G. 2021 Time series SARIMA modelling and forecasting of monthly rainfall and temperature in the south Asian countries. *Earth Systems and Environment* 5, 531–546.
16. Szyga-Pluta, K. Changes in snow cover occurrence and the atmospheric circulation impact in Poznań (Poland). *Theor Appl Climatol* 147, 925–940 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03875-8>
17. Ye K, Lau NC (2017) Influences of surface air temperature and atmospheric circulation on winter snow cover variability over Europe. *Int J Climatol* 37:2606–2619. <https://doi.org/10.1002/joc.4868>
18. Заболоцька Т. М., Підгурська В. М., Шпиталь Т. М. Небезпечно сильні опади в Україні та можливі причини їх утворення//Наук. праці УкрНДГМІ, 2006. - Вип. 255. – С. 25-41.
19. Івус Г.П. Практикум зі спеціалізованих прогнозів погоди. – Одеса: „Екологія”, 2007. – 321 с.
20. Івус Г.П., Гурська Л.М., Марчишин Р.М. Мінливість характеристик снігового покриву на метеостанції Славське протягом 1990-2010 років//Український гідрометеорологічний журнал. - 2014. - № 14. - С. 35-42.
21. Клімат Львова/За ред. В.М. Бабіченко, Ф.В. Зузука. - Луцьк: Волинський державний університет. -1998. - 188 с.
22. Клімат України /За ред. В.М.Ліпінського. К.: Видавництво Раєвського, 2003. - 343 с.
23. Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату: монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеський державний екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2018. 548 с. ISBN 978-617-7711-22-2.
24. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. Частина 1. Метеорологічні спостереження на станціях. - К.: Ніка-Центр, 2011, 280 с.

Додаток А

Таблиця А.1 – Список конференцій та публікацій

Вид наукової роботи (теми наукових робіт, автор, керівник роботи)	Кількість кредитів
Участь у I етапі Всеукраїнського конкурсу наукових студентських робіт зі спеціальності «Науки про Землю (гідрометеорологія)» 2022-2023 н.р.	0,25
Участь у I етапі Всеукраїнського конкурсу наукових студентських робіт зі спеціальності «Науки про Землю (гідрометеорологія)» 2023-2024 н.р.	0,25
Університетські конференції, семінари, гуртки (інші):	
Конференції молодих вчених ОДЕКУ, 23-31 травня 2023 р., м. Одеса. Доповідь на тему: «Режимні характеристики снігового покриву на станції Славське за період 2010-2020».	0,25
Виступ на студентському семінарі кафедри метеорології та кліматології на тему «Оцінка вразливості міста Полтава до змін клімату»	0,25
Доповідь на студентському науковому семінарі на тему «Вразливість міста Полтава до поточних і майбутніх змін клімату»	0,25
Опубліковані тези конференцій:	
Марчишин Р.М., Хоменко І.А. Режимні характеристики снігового покриву на станції Славське за період 2010-2020. Матеріали XXI наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету. 23-31 травня 2023 р. С. 276-277	0,25
Всього	1,50

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Параметри трендів, визначених для рядів різних характеристик снігового покриття для ст. Славське

Характеристика снігового покриття	Лінійний тренд, визначений за методом найменших квадратів		Лінійний тренд, оцінений тестом нахилу Сена		Метод Манна-Кендалла
	A	B	Q	B	Test Z
Кількість днів зі сніговим покриттям	-0,1159	99,868	-0,1091	101,6825	-0,82
Кількість днів з висотою снігового покриття 10 см і вище	-0,1037	63,841	-0,1439	64,5864	-0,70
Кількість днів з висотою снігового покриття 20 см і вище	-0,0113	36,176	-0,0149	32,7021	-0,15
Кількість днів з висотою снігового покриття 50 см і вище	-0,0063	3,6288	–	–	0,11
Максимальна висота снігового покриття за сезон	-0,0705	43,667	-0,1111	43,6667	-0,97
Середня висота для днів зі сніговим покриттям	-0,0112	17,535	-0,0152	16,2542	-0,33
Середня висота для всіх днів	0,0129	11,443	-0,0202	11,7275	-0,80
Коефіцієнт сніжності	-0,0063	4,8078	-0,0065	4,7779	-1,08
Коефіцієнт суворості зими	-0,0186	4,7708	-0,0179	4,8163	-2,84
Загальна висота снігового покриття за сезон	-2,2439	1696,2	-2,4605	1430,7566	-0,50
90-та перцентиль висоти снігового покриття за сезон	0,0178	31,029	0,0000	28,8000	-0,02
10-та перцентиль висоти снігового покриття за сезон	-0,023	5,2618	0,0000	3,0000	-1,09
Тривалість періоду зі сніговим покриттям			0,0795	119,1721	0,55

ДОДАТОК В

Таблиця В.1 – Тривалість і дати початку і кінця сезону зі сніговим покривом в період 1948 – 2020 рр.

Сезон	Перший день зі сніговим покривом	Останній день зі сніговим покривом	Кількість днів зі сніговим покривом	Тривалість сезону
1	2	3	5	6
1948/1949	13.11.1948	01.04.1949	127	140
1949/1950	01.12.1949	17.03.1950	80	107
1950/1951	27.12.1950	12.03.1951	51	76
1951/1952	26.11.1951	10.04.1952	102	136
1952/1953	08.11.1952	21.03.1953	103	134
1953/1954	01.01.1954	01.03.1954	57	60
1954/1955	21.12.1954	23.03.1955	91	93
1955/1956	01.12.1955	31.03.1956	104	121
1956/1957	21.11.1956	11.03.1957	100	111
1957/1958	29.11.1957	27.03.1958	102	119
1958/1959	01.12.1958	01.03.1959	71	91
1959/1960	06.12.1959	09.03.1960	68	94
1960/1961	25.12.1960	31.03.1961	87	97
1961/1962	08.12.1961	28.03.1962	87	111
1962/1963	16.11.1962	25.03.1963	115	130
1963/1964	22.11.1963	05.04.1964	126	135
1964/1965	18.11.1964	25.03.1965	117	128
1965/1966	15.11.1965	22.03.1966	88	128
1966/1967	15.11.1966	27.04.1967	120	164
1967/1968	19.11.1967	12.04.1968	121	145
1968/1969	14.11.1968	01.04.1969	112	139
1969/1970	28.11.1969	07.04.1970	129	131
1970/1971	05.12.1970	21.03.1971	92	107
1971/1972	21.11.1971	13.03.1972	89	113
1972/1973	26.11.1972	25.03.1973	84	120
1973/1974	15.11.1973	08.03.1974	89	114
1974/1975	27.10.1974	28.03.1975	87	153
1975/1976	21.11.1975	10.04.1976	132	141
1976/1977	23.11.1976	02.04.1977	90	131
1977/1978	24.11.1977	23.03.1978	112	120
1978/1979	05.10.1978	13.03.1979	102	160
1979/1980	13.12.1979	05.04.1980	99	114
1980/1981	11.11.1980	21.03.1981	115	131
1981/1982	07.11.1981	17.04.1982	126	162
1982/1983	06.11.1982	16.03.1983	76	131
1983/1984	12.11.1983	29.03.1984	119	138
1984/1985	17.11.1984	03.05.1985	120	168
1985/1986	15.12.1985	16.04.1986	97	123
1986/1987	06.11.1986	03.04.1987	119	149
1987/1988	21.11.1987	29.03.1988	86	129

1988/1989	03.11.1988	01.03.1989	116	119
Продовження таблиці В.1				
1	2	3	5	6
1989/1990	16.11.1989	25.02.1990	64	101
1990/1991	16.12.1990	01.03.1991	61	82
1991/1992	21.12.1991	25.03.1992	95	95
1992/1993	11.12.1992	11.03.1993	99	92
1993/1994	21.11.1993	02.03.1994	66	102
1994/1995	03.01.1995	04.04.1995	51	92
1995/1996	05.11.1995	07.04.1996	142	154
1996/1997	26.11.1996	29.03.1997	88	124
1997/1998	26.10.1997	01.04.1998	77	158
1998/1999	16.11.1998	21.03.1999	131	126
1999/2000	17.11.1999	29.03.2000	132	133
2000/2001	21.12.2000	30.03.2001	47	100
2001/2002	15.11.2001	28.02.2002	87	105
2002/2003	18.12.2002	12.04.2003	110	116
2003/2004	07.12.2003	20.03.2004	104	104
2004/2005	29.11.2004	24.04.2005	105	147
2005/2006	21.11.2005	01.04.2006	130	132
2006/2007	03.11.2006	01.03.2007	51	119
2007/2008	09.11.2007	23.02.2008	81	106
2008/2009	21.12.2008	01.04.2009	93	102
2009/2010	14.10.2009	21.03.2010	96	159
2010/2011	27.11.2010	29.03.2011	89	123
2011/2012	08.12.2011	03.04.2012	101	117
2012/2013	04.12.2012	03.04.2013	111	121
2013/2014	29.11.2013	08.02.2014	63	71
2014/2015	10.12.2014	20.04.2015	75	132
2015/2016	22.11.2015	27.04.2016	61	157
2016/2017	13.11.2016	22.04.2017	104	161
2017/2018	22.11.2017	28.03.2018	97	127
2018/2019	27.11.2018	28.03.2019	96	122
2019/2020	03.12.2019	07.03.2020	71	95

Таблиця В.2 – Товщина снігового покриву в період з 01 грудня по 31 березня за 1948/1949 – 2019/2020 рр.

Зимовий сезон	Середня висота снігового покриву (см)		Максимальна висота снігового покриву	Кількість днів зі сніговим покривом
	Дні зі сніговим покривом	Всі дні		
1	2	3	4	5
1948/1949	20,0	18,7	49	113
1949/1950	22,1	14,6	46	80
1950/1951	7,5	3,2	76	51
1951/1952	31,1	11,7	52	89
1952/1953	10,7	7,8	30	89
1953/1954	19,6	9,3	32	57
1954/1955	15,4	11,6	43	91
1955/1956	13,1	11,6	35	104
1956/1957	19,4	14,9	37	93
1957/1958	15,0	12,4	60	100
1958/1959	8,3	4,9	28	71
1959/1960	11,7	11,5	37	68
1960/1961	5,4	3,9	16	87
1961/1962	15,8	11,3	47	87
1962/1963	17,6	16,1	29	111
1963/1964	38,5	11,4	92	118
1964/1965	17,8	16,0	35	109
1965/1966	10,4	6,4	36	75
1966/1967	26,1	23,3	55	108
1967/1968	24,1	11,3	48	113
1968/1969	9,6	8,6	23	108
1969/1970	15,3	15,1	36	120
1970/1971	9,6	7,3	27	92
1971/1972	17,3	11,3	45	79
1972/1973	14,4	9,4	57	79
1973/1974	15,7	9,5	41	73
1974/1975	6,9	4,0	28	70
1975/1976	45,1	11,2	77	116
1976/1977	7,6	5,1	18	81
1977/1978	25,4	22,1	52	105
1978/1979	7,8	6,2	36	96
1979/1980	13,8	11,1	30	98
1980/1981	26,2	23,0	48	106
1981/1982	16,2	13,8	40	103
1982/1983	10,1	6,2	26	75
1983/1984	18,3	11,0	50	103
1984/1985	23,3	21,4	43	111
1985/1986	16,9	13,2	33	94
1986/1987	29,9	26,7	55	108
1987/1988	6,1	10,9	33	85
1988/1989	25,8	19,2	37	90
1989/1990	8,9	3,6	22	49

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4	5
1990/1991	7,5	3,8	21	61
1991/1992	17,1	10,9	40	95
1992/1993	15,8	12,0	42	92
1993/1994	12,1	6,3	32	63
1994/1995	8,4	3,3	21	48
1995/1996	19,7	10,8	40	111
1996/1997	24,0	16,4	39	83
1997/1998	8,9	4,5	25	62
1998/1999	33,3	32,0	120	116
1999/2000	31,1	10,7	71	118
2000/2001	10,5	4,1	36	47
2001/2002	33,3	19,5	65	71
2002/2003	26,4	22,3	50	102
2003/2004	22,5	10,6	44	104
2004/2005	27,7	22,9	70	100
2005/2006	30,4	30,4	72	121
2006/2007	19,2	7,1	53	45
2007/2008	9,9	10,5	26	62
2008/2009	15,5	11,9	39	93
2009/2010	9,6	7,0	23	88
2010/2011	7,5	5,3	18	85
2011/2012	26,9	10,5	49	99
2012/2013	16,1	14,5	48	109
2013/2014	12,0	6,0	30	61
2014/2015	7,7	4,3	27	68
2015/2016	3,6	10,4	10	50
2016/2017	22,7	17,6	63	94
2017/2018	12,4	9,4	21	92
2018/2019	13,7	10,4	37	92
2019/2020	7,4	10,3	18	71