

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний  
інститут  
Кафедра метеорології та кліматології

### **Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Особливості формування снігового покриву на території  
Вінницької області

Виконала студентка 2 курсу групи МЗК-18  
спеціальності 103 “Науки по Землю”  
Громенко Дар’я Євгенівна

Керівник к.геогр.н., доцент  
Недострелова Лариса Василівна

Рецензент к.геогр.н., доцент  
Барсукова Олена Анатоліївна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та кліматології  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 "Науки про Землю"  
(шифр і назва)  
Освітньо-наукова програма Кліматологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
Прокоф'єв О.М.  
" 23 " березня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Громенко Дар'ї Євгенівні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Особливості формування снігового покриву на території Вінницької області.

керівник роботи Недострелова Лариса Василівна, кандидат географічних наук, доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 4 березня 2020 р. № 23-с

2. Строк подання студентом роботи 12 травня 2020р.

3. Вихідні дані до роботи. Дані щоденних спостережень за сніговим покривом на метеорологічних станціях Вінницької області

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Розрахунок і аналіз статистичних показників розподілу снігового покриву. Визначення кліматичних параметрів снігового покриву за період 1996-20018 роки та тенденції їх змін відносно кліматичної норми.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 23 березня 2020р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
<b>1</b>	Вивчення літературних джерел за темою магістерської роботи	23.03-30.03.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>2</b>	Підготовка даних метеорологічних спостережень до обробки	31.03-05.04.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>3</b>	Обробка даних метеорологічних спостережень за допомогою графічно-розрахункового пакету «EXCEL»	06.04-10.04.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>4</b>	Отримання та аналіз статистичних параметрів розподілу снігового покриву за даними висоти на станціях Вінницької області	11.04-14.04.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>5</b>	Отримання та аналіз кліматичних показників розподілу снігового покриву на станціях Вінницької області	15.04-19.04.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>6</b>	Рубіжна атестація	20.04-26.04.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>7</b>	Виявлення тенденцій у змінах кліматичних показників на станціях Вінницької області за різні кліматичні періоди	27.04-30.04.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>8</b>	Оформлення магістерської роботи	01.05-10.05.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>9</b>	Підготовка комп'ютерної презентації та доповіді до захисту магістерської роботи	10.05-20.05.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>10</b>	Попередній захист магістерської роботи	22.05.2020р.	100	ВІДМІННО
<b>11</b>	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>100</b>	<b>ВІДМІННО</b>

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Громенко Д.Є.**  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис )

**Недострелова Л.В.**  
(прізвище та ініціали)

## Анотація

**Тема:** «Особливості формування снігового покриву на території Вінницької області»

**Автор:** Громенко Д.Є.

**Актуальність.** Сніг – одне з найпоширеніших явищ природи, що впливає на людину та навколишнє середовище. Вплив снігу на суспільство багатогранний і включає в себе складні фізичні, соціальні, економічні та психологічні аспекти. Товщина снігового покриву і тривалість його залягання мають соціальне і економічне значення. Випадіння снігу має великий вплив на клімат, фауну і флору, енергообмін між поверхнею Землі і атмосферою. Сніговий покрив впливає на енергетичний і водний баланс поверхні Землі. Дослідження характеристик снігового покриву має важливе значення для народного господарства країни.

**Метою даної роботи** є дослідження особливостей формування снігового покриву на території Вінницької області.

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

- проведено аналіз статистичних характеристик висоти снігового покриву;
- визначення кліматичних параметрів розподілу снігового покриву;
- виявлення тенденцій в змінах розподілу снігового покриву на визначеній території.

**Об'єкт дослідження** – висота снігового покриву.

**Предмет дослідження** – статистичні та кліматичні характеристики снігового покриву.

**Методи дослідження** – фізико-статистичний та кліматичний аналіз.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

В даній роботі *вперше* для території Вінницької області:

- розраховано статистичні та кліматичні показники снігового покриву за період 1996-2018 роки;
- виявлено тенденції в змінах розподілу снігового покриву на визначеній території.

**Практичне значення отриманих результатів.** Розподіл статистичних та кліматичних показників снігового покриву може використовуватись для прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, у будівництві і в інших галузях народного господарства країни.

Магістерська робота в обсязі 74 сторінок складається з 5 розділів, висновків, переліку посилань з 22 джерел, містить 26 таблиць та 2 рисунки.

**Ключові слова:** висота снігового покриву, статистичні характеристики, кліматичні показники, часовий розподіл, періоди з різним станом снігового покриву.

## Summary

**Theme:** "Peculiarities of snow cover formation on the territory of Vinnitsa region"

**Author:** Gromenko D.Ye.

**Urgency of the issue.** Snow is one of the most common natural phenomena that affects humans and the environment. The impact of snow on society is multifaceted and includes complex physical, social, economic and psychological aspects. The thickness of the snow covers and the duration of its occurrence are of social and economic importance. Snowfall has a great impact on climate, fauna and flora, energy exchange between the Earth's surface and atmosphere. Snow cover affects the energy and water balance of the Earth's surface. The study of the characteristics of the snow cover is important for the national economy.

**Aim of this study** research of peculiarities of snow cover formation on the territory of Vinnitsa region.

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

- analysis of statistical characteristics of snow cover height;
- determination of climatic parameters of snow cover distribution;
- identification of trends in changes in the distribution of snow cover in a given area.

**Object of scientific research** snow cover height.

**Subject of scientific research** statistical and climatic characteristics snow.

**Methods of scientific research** physic-statistical and climatic analysis.

**Scientific novelty of results obtained.**

In this work for the first time for the territory of Vinnitsa region:

- calculated statistical and climatic indicators of snow cover for the period 1996-2018;
- trends in changes in the distribution of snow cover in a certain area.

**Practical importance of results obtained.** The distribution of statistical and climatic indicators of snow cover can be used to forecast crop yields, in construction and other sectors of the economy.

The master thesis of 74 pages consists of 5 chapters, conclusions, bibliography of 22 sources, contains 26 tables and 2 drawings.

**Keywords:** snow cover height, statistical characteristics, climatic indicators, time distribution, periods with different state of snow cover.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ПРОЦЕСИ УТВОРЕННЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ.....	8
2 МЕТОДИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СНІГОВИМ ПОКРИВОМ.....	17
3 СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ СЕРЕДНЬОЇ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	19
3.1 Основні характеристики гідрометеорологічної інформації.....	21
3.2 Статистичні оцінки моментів розподілу випадкових величин.....	24
3.3 Статистичні характеристики розподілу середньої висоти снігового покриву на станціях Вінницької області.....	29
4 ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	31
4.1 Висота снігового покриву .....	31
4.2 Періоди з різним станом снігового покриву .....	39
4.3 Особливості розподілу кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області .....	44
5 ТЕНДЕНЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	50
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	72

## ВСТУП

Сніговий покрив впливає на енергетичний і водний баланс поверхні Землі, так що правильне регулювання його має велике значення для сільського господарства, економіки в цілому та екології. При випаданні снігу на земну поверхню змінюється її рельєф, текстура, схильність до ерозії і, що найважливіше, альbedo. Поверхня, покрита сухим чистим снігом, відбиває 80% сонячної радіації. Для порівняння можна навести значення альbedo поверхонь, покритих луговою і лісовою рослинністю, які становлять відповідно 15-30 і 15-18%. Танення снігу служить причиною весняних повеней і обумовлює більшу частину стоку в горах. Талі води переповнюють водойми і болота, інфільтруються в ґрунт і заповнюють запаси ґрунтових вод. У аридних районах вони використовуються для зволоження ґрунтів і створення запасів вологи для потреб сільського господарства. Природне регулювання снігового покриву відбувається внаслідок вітрового переносу снігу: сніг видаляється з відкритих місць і відкладається на захищених ділянках. Потужний сніговий покрив звичайно сприяє отриманню доброго врожаю.

Найбільшу небезпеку представляють хуртовини. Особливо небезпечно поєднання сильних вітрів, низької температури і поганої видимості. Завірюхи особливо небезпечні у безлісних районах, де немає дерев, здатні створити вітрову тінь. Снігові замети, завдали величезних збитків більшості північних міст. Міста, розташовані в областях, для яких характерні сильні снігопади, звичайно готуються до них. Проте, коли фактичні характеристики снігопадів перевищують значення, що лежать в основі різних програм та робіт, наприклад, по снігоочищенню та будівництву, виникають труднощі [1].

Сніг має велику відбиваючу і випромінювальну здатність, внаслідок чого при появі снігового покриву радіаційний баланс різко зменшується. Велика відбиваюча здатність разом з інтенсивним випромінюванням веде до

вихолодження поверхні снігового покриву і прилеглого повітря. Загальне охолодження повітря над великими територіями сприяє формуванню стійких антициклонів. Наявність снігового покриву збільшує відносну вологість повітря внаслідок його охолодження і додаткового зволоження при випаровуванні снігу. Сніговий покрив, відкладаючись у великих кількостях в западинах і біля різного роду перешкод, вирівнює і згладжує підстильну поверхню. Це зменшує тертя в приземному шарі, внаслідок чого швидкість вітру зростає. Цей фактор є однією з причин підвищення швидкостей вітру взимку.

Сніговий покрив є фактором, що надає істотний вплив на формування клімату в зимовий сезон, головним чином внаслідок великої відбиваючої здатності поверхні снігу. Таким чином, випадання снігу має великий вплив на клімат, фауну і флору, енергообмін між поверхнею Землі і атмосферою [1, 2].



## 1 ПРОЦЕСИ УТВОРЕННЯ І ХАРАКТЕРИСТИКИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ

Сніговий покрив утворюється в результаті акумуляції снігу на ґрунті в процесі відкладення твердих опадів (сніжинки, крижаний дощ, іній і ожеледь), випадання дощу, коли більша частина опадів згодом замерзає, а також відкладення домішок. Акумуляція і абляція снігового покриву залежать головним чином від атмосферних умов і стану земної поверхні. Визначальними атмосферними процесами служать випадання опадів, їх відкладення, конденсація, турбулентний тепло- і вологообмін, радіаційний баланс і рух повітряних мас, особливості рельєфу, що впливають на хід атмосферних процесів і створення вітрової тіні [1].

Сніговий покрив утворюється в результаті снігопадів і має характеристики, різко відмінні від тих, що спостерігалися в момент випадіння снігу. Температура в момент сніговідкладання впливає на вологість, твердість і структуру щойновипавшого снігу і, отже, на його стійкість при вітрової дефляції. Вплив температури чітко проявляється на гірських схилах, де збільшення товщини снігового покриву може бути прямо пов'язане з пониженням температури при зростанні абсолютної висоти. Вологий сніг, досить важкий і зазвичай не схильний до метелевого перенесення, випадає при температурі повітря близької до 0°C. Випадання такого снігу часто спостерігається при проходженні повітряних мас над великими водними просторами. У континентальних областях, що характеризуються переважно низькими від'ємними температурами, щойно випавший сніг зазвичай сухий і легкий.

Шорсткість підстильної поверхні впливає на профіль швидкості вітру. Опір тертя повітряних мас о підстильну поверхню обумовлює турбулентність вітрового потоку поблизу поверхні, що відбивається на процесах снігонакопичення. Вітровий потік переміщує також зерна снігу, змінюючи їх

форму і властивості, і перевідкладає їх у вигляді заметів або надуваючи сніг більшої щільності, ніж первинний сніг. Ущільнення снігу відбувається найчастіше в результаті вітрової діяльності, проте на нього впливають і такі процеси, як конденсація, танення та інша діяльність.

Вітер переміщує пухкий сніг (аналогічно переміщенню опадів водними потоками в руслах річок), викликаючи дефляцію снігового покриву, перевідкладає сніг у вигляді вітрових дощок і утворює замети і надуви. Пухкий сніг, що складається із сухих кристалів діаметром 1-2 мм, легко підлітає навіть при невеликих швидкостях вітру – приблизно 10 км/г. Утворення ожеледиці в результаті замерзання конденсату та поверхневої талої води може затрудняти роботу транспорту; проте за наявності сильних вітрів відбувається перенесення навіть обмерзлого снігу. Дефляція переважає на тих ділянках, де швидкість вітру зростає (сідловини хребтів), а відкладення снігу з насиченого сніговітрового потоку відбувається на ділянках, де швидкість вітру падає (уздовж кордонів лісів і міст).

Найбільша швидкість хуртовинного перенесення спостерігається на рівних великих відкритих просторах, а найменша - на ділянках, що характеризуються сильним опором руху снігопереносу на рівних відкритих територіях тундри і арктичного узбережжя, значно перевершує обсяг снігопереносу в районах з більш розчленованим рельєфом, таких як скелясті гори [1].

Максимум сніговідкладення припадає на навітряний бік ділянок, що відрізняються високим ступенем аеродинамічної шорсткості і значним зменшенням швидкості вітру. Найбільш потужні замети утворюються з підвітряного боку перешкод за умови, що не відбувається винесення пухкого снігу вітрами постійних напрямів. замети стають менш вираженими за наявності вітрів різних напрямків, особливо при малих швидкостях вітру. Навіть невеликі обурення повітряного потоку, що утворюються при обтіканні перешкод у вигляді пучків трави, борозен після оранки ґрунту, можуть призвести до утворення снігових заметів. У районах, що характеризуються

незначними змінами способів землекористування і постійним сезонним розподілом вітрів, снігові замети з року в рік утворюються приблизно на одних і тих самих місцях і мають приблизно однакову форму. Найбільш потужні замети формуються в результаті сильної вітрової діяльності; так, бурани характеризуються швидкостями вітру понад 40 км/г. Частоту утворення таких сильних завірюх не можливо передбачити: бурани можуть повністю бути відсутні в окремі роки і неодноразово повторюватися в інші [1].

Більша частина снігу переноситься в результаті процесів сальтації і турбулентної дифузії, які описуються теоріями динамічного і дифузійного снігопереносу. Основні положення цих теорій викладені в роботах Бегнолда [3] і Шмідта [4]. Як уточнив Радок [5], вихідні рівняння вказаних теорій відображають граничні умови на практиці. По суті основна відмінність теорій полягає у виділенні різних процесів в якості домінуючих і виборі різних вертикальних масштабів. Динамічна теорія розглядає перенесення снігу як приповерхневий процес, що викликається невеликими завихреннями в нижньому 10-сантиметровому шарі повітря, що призводить до виникнення сальтації. Дифузійна теорія, що описує процес снігопереносу на полярних льодовикових покривах, припускає існування у вільному повітряному потоці вихорів, вертикальні розміри яких досягають десятків і навіть сотень метрів. При оцінці цих теорій Радок вказує, що переваги дифузійної теорії визначаються більш точним прогнозом кількості снігу, який переноситься і профілів швидкості, а також більш повним відображенням сутності процесу снігопереносу.

Енерго- та масообмін в значній мірі визначає властивості снігового покриву в зимові місяці. У період сніготанення визначальним чинником зміни товщини і щільності снігу служить радіаційний обмін. Радіаційний баланс снігового покриву залежить від характеру підстильної поверхні, фізичних характеристик снігового покриву, рослинності, споруд, доріг та інших об'єктів і процесів, що впливають на властивості снігового покриву,

зокрема на його оптичні характеристики. Однією з характеристик поверхні снігового покриву, що визначає кількість поглиненої снігом радіації, є альbedo - відношення кількості відбитої короткохвильової радіації до кількості сумарної радіації. Просторова мінливість альbedo снігового покриву залежить від товщини снігу. Кунг [6] та інші з'ясував, що осереднені по поверхні альbedo досить велике при товщині снігу понад 12 см, але різко падає при її менших значеннях. Цей факт пояснюється збільшенням площі ділянок оголеного ґрунту та прозорості снігового покриву з зменшенням його товщини - в цьому випадку на альbedo впливають відбивні властивості підстильного ґрунту.

До основних факторів, що визначають характеристики снігового покриву, входять форма рельєфу і експозиція поверхні з різними тепловими властивостями і шорсткістю. У районах поширення снігового покриву найбільша товщина снігу характерна для підвітряного боку відкритих водних просторів і навітряних схилів, де снігонакопичення відбувається найбільш інтенсивно. Найменша товщина снігу спостерігається на невеликій висоті на підвітряних південних схилах, на яких найбільше ймовірні втрати снігу на танення. У разі пересіченої місцевості вплив вітру приводить до вкрай неоднорідного розподілу товщини снігового покриву.

У числі фізико-географічних чинників, що роблять істотний вплив на варіації снігового покриву, необхідно відзначити висоту над рівнем моря, нахил, експозицію, шорсткість, а також оптичні та термічні властивості підстильної поверхні. Інтенсивність опадів орографічного походження залежить головним чином від ухилу місцевості і характеристик вітрового потоку і у меншій мірі від абсолютних висот. Інакше кажучи, інтенсивність опадів з насиченої водяною парою повітряної маси прямо пропорційна швидкості підйому повітряної маси і залежить від швидкості вітру і крутизни схилу.

Навіть у тих випадках, коли орографія служить основною причиною підйому повітряних мас і повинно очікуватися збільшення інтенсивності

опадів з висотою, дані про акумуляцію снігу не завжди підтверджують цю залежність. Крім того, на великих висотах частіше спостерігаються сильні вітри протягом тривалого часу, що призводять до перенесення і перерозподілу снігу.

У районах, топографічно східних зі степами і преріями, де формування снігового покриву обумовлено головним чином проходженням атмосферних фронтів, а поверхня снігу схильна до впливу сильних вітрів, ухил і експозиція є найважливішими характеристиками місцевості, що впливають на розподіл снігу. Товщина снігового покриву вздовж схилу, орієнтованого в напрямку переважаючих вітрових потоків, має тенденцію до зменшення із збільшенням відстані від підшви схилу. У степах і преріях вершини пагорбів досить часто бувають вільні від снігу в період максимального снігонакопичення на інших ділянках. Снігозборними ділянками в таких районах служать підвітряні схили крутих пагорбів, яри і русла водотоків [1].

У холодний період року на території країни частина опадів випадає у вигляді снігу. У Карпатах і східному Поліссі сніговий покрив досягає великої висоти і стійко утримується тривалий час. Стійким він буває також і на північному сході Лісостепу, але в напрямку на південь його висота і тривалість швидко зменшуються. В степу і на крайньому півдні країни стійкий сніговий покрив утворюється не кожену зиму і тримається недовго. У прибережній смuzі і в степовій частині Криму він спостерігається дуже рідко і протягом короткого відрізка часу. У Криму стійкий сніговий покрив утворюється лише в гірських районах. Особливості теплового режиму початку зими в Україні такі, що перший сніг зазвичай сходить і тільки з деякого моменту сніговий покрив стає більш стійким [2].

Сніговий покрив є важливим джерелом зволоження *грунту* навесні. Весняне танення снігу в умовах України викликає паводки, що грає велику роль в режимі поверхневих вод і в господарському житті.

Мінімальна температура повітря в зонах Полісся та Лісостепу буває в окремі роки -34, -40 °С, а в східній частині степової зони знижуються до -40,

-42 °С. Таке зниження температури не є небезпечним для перезимівлі озимих за умови наявності снігового покриву достатньої товщини. Шар снігу в 20 см, повністю захищає озимі від таких морозів. Так, в першій декаді січня 1935 року в багатьох місцях України температура повітря знизилася до -35°С. Під сніговим покривом на глибині вузла кущіння вона становила лише -12,5°, а на оголених від снігу ділянках в цьому ж шарі ґрунту температура знижувалася до -22 °С . Подібні випадки спостерігаються часто.

У степовій зоні в північних її районах сніговий покрив утворюється наприкінці листопада, а в південних – в першій половині грудня. У Криму, в степовій частині, утворення снігового покриву відноситься в середньому до першої декади грудня. На узбережжях воно відстає на декаду. Найпізніше сніговий покрив з'являється на Південному березі Криму. Це відбувається в середньому в кінці грудня і в першій декаді січня. У гірському Криму він з'являється значно раніше. У передгірській частині, в залежності від висоти, середні дати утворення його припадають на першу декаду грудня, а на Ай-Петрі – на кінець першої декади листопада, тобто приблизно в однакові терміни, що і на крайньому північному сході країни. У гірському районі Карпат сніговий покрив утворюється ще раніше.

Поява раннього снігового покриву в більшості випадків обумовлюється виходом циклонів з північного заходу, півночі і північного сходу на територію України.

Особливо пізнє утворення снігового покриву на більшій частині України було відзначено в 1928-29, 1950-51, 1958-59, 1960-61 роках. У ці зими випадання снігу спостерігалось в середині грудня та на початку січня. У Степовому Криму його поява може запізнюватися до першої декади лютого, а на узбережжях – до другої і третьої декади цього місяця [2].

Перший сніг рідко лежить всю зиму. Найчастіше він неодноразово тане, а потім знову випадає.

У Карпатах і східному Поліссі сніговий покрив досягає великої висоти і стійко утримується тривалий час. Стійким він буває також на північному

сході лісостепу, але в напрямку на південь висота і тривалість його залягання швидко зменшуються. У Північній і центральній частині степу стійкий сніговий покрив утворюється не щозими (в 50 % зим) і тримається недовго. На крайньому півдні в 75 % зим стійкого снігового покриву не буває. У Криму стійкий сніговий покрив утворюється лише в гірських районах.

Перш за все стійкий сніговий покрив утворюються в північно-східній частині Полісся і Лісостепу, де дати його встановлення слід віднести до середини грудня, а в західних і центральних районах цих зон – до кінця грудня і початку січня.

У Карпатах середня висота снігового покриву в кінці листопада досягає 5 см. В рівнинній частині країни в цей час вона не перевищує 3 см. В Криму в листопаді сніговий покрив утворюється лише в окремі роки. Від листопада до грудня йде слабке наростання висоти снігового покриву та збільшення площі його поширення. Більш інтенсивне збільшення його висоти відбувається в кінці грудня і на початку січня особливо в східних районах, де висоти снігового покриву в цей час досягають 30 см. Приблизно такі ж висоти відзначаються в Карпатах. У центральних і західних районах Полісся і лісостепу, а також на півночі степової зони в кінці грудня висота його збільшується до 10 см, але на півдні степу вона не перевищує 2-3 см. В січні збільшення висоти снігового покриву від декади до декади відбувається більш інтенсивно у порівнянні з груднем, крім степу, де товщина його майже не збільшується.

У лютому відбувається подальше збільшення шару снігу приблизно з такою ж інтенсивністю, як і в січні. В західних районах, а також на півдні і в передгір'ях Кримських гір, до кінця лютого відзначається слабке зниження висоти снігового покриву.

На сільськогосподарських полях середні з найбільших декадних висот снігового покриву за зиму досягають найвищих значень в районі Карпат і становлять близько 60 см, в північно-східній частині Полісся та лісостепу середні з максимальних висот більше 20 см, а в інших районах вони

коливаються від 15 до 20 см, крім південної частини степу, де вони не перевищують 10 см. В степовому Криму ці величини такого ж порядку, але в горах вони різко зростають (на Ай-Петрі до 50 см).

Руйнування стійкого снігового покриву і схід його протікають швидше, ніж його утворення. В середньому в степовій зоні руйнування стійкого снігового покриву відбувається в кінці лютого-початку березня в лісостеповій в середині березня, на крайньому північному сході країни – в кінці березня. Інтенсивність руйнування стійкого снігового покриву і його сходження залежать від місцевих умов. У знижених захищених місцях та в лісах танення снігу йде повільніше.

Середня тривалість періоду з стійким сніговим покривом в Поліссі і лісостепу, крім західні райони, становить 80-100 днів, а в західних районах – 40-60 днів. На півночі степової зони стійкий сніговий покрив зберігається в середньому 60-80 днів, у гірській частині Криму – близько трьох місяців. У Карпатах стійкий сніговий покрив утримується найбільш довго; тривалість залягання стійкого снігового покриву залежить від висоти гір і експозиції схилів. Повне сходження снігового покриву по всій Україні в середньому спостерігається у другій половині березня, лише на крайньому північному сході сніговий покрив затримується до початку квітня. На узбережжі Чорного та Азовського морів сніговий покрив в середньому сходить у лютому – на початку березня.

Число днів зі сніговим покривом змінюється на рівнинній частині території України в межах від 115 до 20. Зменшення величин йде з півночі на південь, але в районах Карпат і Кримських гір спостерігається різке зростання тривалості залягання снігового покриву. Тут при піднятті в гори тривалість снігового покриву всюди зростає. На висотах до 700 м збільшується до 120 днів. Деяке збільшення числа днів із сніговим покривом спостерігається і в районі Донецького кряжу. В степу тривалість залягання снігового покриву зменшується на південь у відповідності із зміною теплового та радіаційного режиму. Особливо різке зменшення числа днів із



сніговим покривом спостерігається на узбережжі Азовського і Чорного морів, де воно становить 30 днів і менше. У степових районах Криму число днів зі сніговим покривом не перевищує 40. На південному березі, захищеному з півночі горами, середня тривалість залягання знижується до 12 і тільки на сході, де берег відкритий для північних впливів, тривалість залягання зростає до 20 днів [2].

## 2 МЕТОДИКА СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СНІГОВИМ ПОКРИВОМ

Сніговий покрив є шаром снігу на поверхні землі, який утворюється в результаті випадання опадів [7]. Спостереження за сніговим покривом складаються з щоденних спостережень за зміною снігового покриву і періодичних снігозйомок. При щоденних спостереженнях за сніговим покривом визначають: ступінь покриття околиці станції сніговим покривом (бал); характер залягання снігового покриву на місцевості (таблиця 2.1); структуру снігу; висоту снігового покриву на метеорологічному майданчику або на вибраній ділянці поблизу станції (см).

Таблиця 2.1 – Характер залягання снігового покриву

Цифра коду	Залягання снігового покриву
0	Рівномірний сніговий покрив на замерзлому ґрунті
1	Рівномірний сніговий покрив на ґрунті, що відтанув
2	Рівномірний сніговий покрив, стан ґрунту невідомо
3	Нерівномірний сніговий покрив на замерзлому ґрунті
4	Нерівномірний сніговий покрив на ґрунті, що відтанув
5	Нерівномірний сніговий покрив, стан ґрунту невідомо
6	Дуже нерівномірний сніговий покрив на замерзлому ґрунті
7	Дуже нерівномірний сніговий покрив на ґрунті, що відтанув
8	Дуже нерівномірний сніговий покрив, стан ґрунту невідомо
9	Сніговий покрив з проталинами

Ступінь покриття снігом околиці станції, характер залягання снігового покриву і структура снігу оцінюються спостерігачем при візуальному огляді околиці станції відповідно до прийнятих шкал. Висота снігового покриву

визначається на підставі вимірювань відстані від поверхні землі до поверхні снігового покриву [7].

Щоденні спостереження за сніговим покривом повинні проводитися за будь-яких погодних умов в строк, найближчий до 8 г зимового часу, відповідно до порядку проведення спостережень на станції. Ступінь покриття станції сніговим покривом оцінюється в балах за 10-бальною шкалою. За відсутності снігу на поверхні ґрунту ступінь покриття не оцінюється. Забраковане значення кодується знаком «-». При ступені покриття околиці 6 балів і більш визначається характер залягання снігового покриву (таблиця 2.1). Забраковане значення кодується одним знаком «-». При ступені покриття околиці станції снігом менше 6 балів кодується знаком «/». Щоденні вимірювання висоти снігового покриву відбуваються по трьох снігомірних рейках, які встановлюються на метеорологічному майданчику. Якщо висота снігового покриву біля рейки  $< 0,5$  см, то кодується цифра 0; відсутність снігу біля будь-якої з рейок за наявності снігу в околиці станції кодується знаком «/». Забраковане значення кодується знаком «-» [7].

### 3 СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОЗПОДІЛУ СЕРЕДНЬОЇ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Фізичні параметри стану атмосфери та гідросфери, Землі складають гідрометеорологічну інформацію. Знання комплексу відповідних статистичних алгоритмів та вміння правильно їх використовувати при аналізі цієї інформації допоможе рішенню актуальних питань утворення, змінення та прогнозування гідрометеорологічних процесів.

Ясно, що емпіричні дослідження в гідрометеорологічних науках мають першорядне значення. На їх основі встановлюються закономірності, які притаманні певним характеристикам атмосфери чи гідросфери. Емпіричні дані є критеріями істинності закономірностей, рівнянь гідродинаміки, особливостей атмосферних чи гідрологічних процесів та тому інше.

Таким чином, гідрометеорологічна інформація має важливі особливості, які обумовлюються характером процесів, що спостерігаються в цих сферах Землі [8-10].

Перша з них полягає у тому, що процеси в океані чи атмосфері мають просторові й часові масштаби, які набагато перевищують можливості окремої людини по збиранню та узагальненню інформації про їх стан. Тому дані про процеси в оточуючому середовищі, що збираються з різних регіонів Землі та за тривалі періоди часу, мають надзвичайну цінність для дослідників.

Друга особливість обумовлюється тим, що в науках про Землю, особливо гідрометеорологічних, є дуже обмежені можливості проведення активного експерименту з природними об'єктами. Отже, аналіз накопичених даних стає головним джерелом досліджень і єдиним засобом перевірки теоретичних висновків та отриманих закономірностей.

Особливості об'єктів, що досліджуються, і методів дослідження підкреслюють важливість систем збирання і накопичення гідрометеорологічної інформації та систем забезпечення доступу до неї багатьох користувачів.

Збирання даних про атмосферу і гідросферу здійснюється, по-перше, з метою оперативного доведення інформації до підрозділів гідрометеорологічної служби, які займаються обслуговуванням різних галузей господарства (прогнози погоди, штормові попередження, тощо) і, по-друге, для накопичення, з метою узагальнювання даних про гідрометеорологічний режим та наукових досліджень.

Гідрометеорологічні дані – це кількісні характеристики стану атмосфери і гідросфери. Внаслідок значної мінливості у просторі і за часом фізичних параметрів атмосфери і гідросфери, для спостереження за їх станом з метою вивчення закономірностей процесів, що відбуваються, і, найголовніше, з метою їх прогнозування необхідні численні вимірювання стану цих середовищ. Відомо, що основним джерелом гідрометеорологічної інформації є результати термінових і спеціальних метеорологічних та гідрологічних спостережень і вимірювань, дані аерологічного зондування атмосфери, дані експедиційних досліджень і таке інше.

Значення сукупності гідрометеорологічних величин у даний момент часу визначається станом атмосфери та гідросфери, який обумовлюється дією комплексу фізичних причин. Взагалі кажучи, основні гідрометеорологічні величини є неперервні величини. Це, наприклад, атмосферний тиск, температура і густина повітря, гігрометричні характеристики, швидкість вітру; густина, температура, солоність, швидкість руху води океану тощо. В деяких вимірювальних системах втілюється безперервна реєстрація значень тих чи інших фізичних величин. Але в більшості випадків гідрометеорологічні величини вимірюються на світовій мережі метеорологічних чи гідрологічних станцій та постів через деякі

проміжки часу, що встановлюються Всесвітньою Метеорологічною організацією (ВМО) чи особистою програмою досліджень.

Треба зауважити, що і у випадку безперервної реєстрації Гідрометеорологічної інформації на тих чи інших носіях перед статистичною обробкою цієї інформації доводиться виконувати її дискретизацію (квантування). Цей процес зводиться до складання рядів значень гідрометеорологічної величини у визначені інтервали часу.

Гідрометеорологічні ряди можуть складатися не тільки з величин безпосередньо вимірних. Їх членами можуть бути і величини, які отримані в результаті узагальнювання первинних вимірювань чи спостережень.

Таким чином, ряди гідрометеорологічних величин складаються з членів, кожний з яких є результатом чи безпосереднього вимірювання або спостереження, чи узагальнювання спостережень за деякий інтервал часу конкретного року [8-10].

### 3.1 Основні характеристики гідрометеорологічної інформації

Кожний фізичний параметр атмосфери чи гідросфери залежить один від одного, а також від зовнішніх впливів і випадковим чином змінюється за часом та у просторі, утворюючи випадкові поля або послідовності.

Обробка і аналіз систем випадкових величин проводиться за допомогою спеціально розробленого апарату досліджень, що складає методи математичної статистики. Тому гідрометеорологічна інформація повинна задовольняти вимогам, котрі пред'являються до статистичної інформації [8-10].

Розглянемо основні характеристики гідрометеорологічної інформації.

Однією з важливих ознак рядів є інтервал дискретності. Як правило, ряди гідрометеорологічних величин є еквідистантними, тобто члени рядів

визначаються через який-небудь заданий інтервал часу (година, доба, місяць, рік тощо). В деяких випадках при розв'язуванні конкретних задач ряди можуть формуватися із членів, що розташовані на різних відстанях одне від одного.

Ще однією важливою характеристикою ряду гідрометеорологічних величин є його об'єм. Під терміном об'єм сукупності випадкових величин розуміють кількість членів, що складають цю сукупність.

Важливою властивістю ряду гідрометеорологічних величин, що визначає його вид, є характеристика цих величин. Такими характеристиками можуть бути: безпосередні значення гідрометеорологічних величин, кількість днів і випадків з атмосферними явищами, їх тривалість, інтенсивність тощо.

Гідрометеорологічні величини можуть бути скалярними або векторними. В останньому випадку ряд являє собою два або більше (в загальному випадку -  $N$ ) рядів синхронних скалярних характеристик метеорологічної величини.

Отже для гідрометеорологічних досліджень, а також безпосереднього застосування метеорологічної інформації в різних галузях господарства, формується велика множина сукупностей гідрометеорологічних величин, які розрізняються однією або декількома ознаками, а саме :

- інтервалом дискретності;
- об'ємом сукупності (вибірки);
- характеристикою випадкових величин - членів ряду.

Коли кажуть про статистичні сукупності, то мають на увазі дві категорії:

- генеральна сукупність;
- статистичний ряд (вибірка).

Термін «генеральна сукупність» визначає необмежену кількість незалежних випадкових величин, які підпорядковуються одному закону розподілу. Властивості випадкових величин, які представляються

генеральною сукупністю, визначаються параметрами цієї випадкової величини.

Статистичний ряд (вибірка) - обмежена кількість випадкових величин, здобутих випадковим чином із генеральної сукупності. Тому статистичні ряди називають вибірками з генеральної сукупності.

Значення параметра генеральної сукупності, здобуте на основі вибірки, є статистичною оцінкою цього параметра, яку позначають символом « $\hat{\theta}$ ».

Перш за все, кожний ряд повинний бути однорідним. Це означає, що всі члени ряду з визначеною імовірністю повинні належати до однієї генеральної сукупності, тобто підпорядковуватися визначеному закону розподілу.

В дійсності, в деяких випадках в гідрометеорологічних рядах містяться члени, які не задовольняють сформульованій вимозі. Їх називають «викидами». «Викиди», як правило, виникають тоді, коли спостерігаються аномальні погодні або кліматичні умови.

Наступною вимогою до рядів гідрометеорологічних величин є незв'язність їх членів. Це означає, що статистична залежність між ними повинна бути відсутньою. Прийняття чи не прийняття цієї вимоги залежить від характеру задачі, що розв'язується. Якщо йдеться про статистичну оцінку моментів випадкових величин, то вихідні ряди повинні бути незв'язними, оскільки методи статистичного оцінювання параметрів спираються на теореми теорії ймовірностей, які, як правило, ставлять вимогу про незалежність випадкових величин.

Метеорологічні (або гідрологічні) ряди необхідно подавати у найбільш зручному для аналізу вигляді в залежності від задачі, що розв'язується.

Найбільш часто сукупності випадкових величин зображаються у двох видах: у виді простого статистичного ряду і у виді згрупованого статистичного ряду.



Первинною формою запису вихідних даних є простий статистичний ряд, в якому дані розташовуються в тій послідовності, як вони були отримані в результаті спостережень. Такий ряд об'ємом її має вид :

$$X: x_1, x_2, \dots, x_n.$$

Ранжированим називають ряд, у якому члени ряду розташовуються у порядку їх збільшення або зменшення.

Згрупованим статистичним рядом називають сукупність значень випадкової величини на серединах часткових інтервалів (градацій) і відповідних інтервальних частот:

$$x_1; x_2; \dots; x_{k-1}; x_k$$

$$m_1; m_2; \dots; m_{k-1}; m_k$$

Інтервальні частоти - це відносні частоти випадкової величини.

Згруповані ряди часто зображаються за допомогою діаграм. Використовуються дві форми діаграм: гістограма і полігон.

Гістограма - це система прямокутників, основою яких є довжина часткового інтервалу  $C$ , а висота - дорівнює відповідній інтервальній частоті (або частоті).

Якщо всі  $k$  точок  $(x_i, p_i)$  або  $(x_i, m_i)$  нанести в системі координат та з'єднати їх відрізками прямої, то ламана, яка отримана при цьому, називається полігоном розподілу [8-10].

### 3.2 Статистичні оцінки моментів розподілу випадкових величин

З теорії ймовірностей відомо, що властивості випадкових величин можуть характеризуватися початковими ( $\nu$ ), центральними ( $\mu$ ) та основними ( $l'$ ) моментами різних порядків ( $l$ ) [8-10].

В гідрометеорологічних дослідженнях, як правило, використовуються перелічені моменти перших чотирьох порядків, які, як буде показано пізніше, відбивають фізичні властивості процесів, що досліджуються.

Початковий момент  $l$ -того порядку для неперервної випадкової величини  $X$  визначається таким чином:

$$\nu_l = \int_{-\infty}^{\infty} x^l f(x) dx, \quad (3.1)$$

де  $f(x)$  – щільність ймовірності випадкової величини.

На основі цього визначення отримаємо метод, за допомогою якого можна знайти статистичну оцінку  $l$ .

Як випливає з формули (3.1), випадкова величина  $X$  визначена на інтервалі  $(-\infty, \infty)$ . Інтервал же значень випадкової величини, що визначається вибіркою  $X : X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ , є обмеженим  $[X_{\min}, X_{\max}]$ .

Таким чином, статистична оцінка  $l$ -того початкового моменту дорівнює:

$$\hat{\nu}_l = \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l \hat{p}_i, \quad (3.2)$$

або, оскільки  $\hat{p}_i = \frac{m_i}{n}$ ;

$$\hat{\nu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l m_i \quad (3.3)$$

де  $m_i$  - емпірична частота  $i$ -того інтервалу,  $n$  - об'єм вибірки.

Із теорії ймовірностей відомо, що

$$\nu_1 = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = m_x \quad (3.4)$$

є матсподівання випадкової величини  $X$ . Знайдемо оцінку першого початкового моменту.

$$\hat{\nu}_1 = \hat{m}_x = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i m_i. \quad (3.5)$$

Очевидно, вона є середнім значенням величини. Отже, середнє значення є статистичною оцінкою математичного сподівання випадкової величини  $X$ .

За означенням центральний момент  $l$ -того порядку визначається рівнянням

$$\mu_l = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^l f(x) dx. \quad (3.6)$$

Аналогічним чином можна прийти до формули, яка дає змогу отримати на основі вибірки випадкової величини  $X$  статистичні оцінки центрального моменту  $l$ -того порядку

$$\hat{\mu}_l = \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l \hat{p}_i \quad (3.7)$$

або

$$\hat{\mu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l m_i \quad (3.8)$$

Очевидно, центральний момент першого порядку дорівнює нулю. Таке ж значення має його оцінка  $\mu_1 = 0$ . Як відомо,

$$\mu_2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^2 f(x) dx = \sigma_x^2 \quad (3.9)$$

є дисперсією випадкової величини  $X$ . Отже оцінка його

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 \hat{p}_i \quad (3.10)$$

або

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i \quad (3.11)$$

є оцінкою дисперсії:  $\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2$ ; а  $\hat{\sigma}_x = \sqrt{\hat{\sigma}_x^2}$  називається оцінкою середнього квадратичного відхилу.

За означенням основним моментом  $l$ -того центрального моменту до  $l$ -того ступеня середнього квадратичного відхилу:

$$r_l = \frac{\mu_l}{\sigma_x^l}. \quad (3.12)$$

Як правило, оскільки  $r_1 = 0$ , а  $r_2 = 1$ , використання основних моментів обмежується лише третім та четвертим ( $r_3$  і  $r_4$ ). Ці моменти дають важливу інформацію про характер розподілу випадкових величин. Третій основний момент відбиває характер асиметрії кривої розподілу. Тому його називають

коефіцієнтом асиметрії:  $r_3 = A_s$ . При  $r_3 = 0$ , крива розподілу є симетричною відносно центру розподілу. Як відомо, гауссовий (нормальний) розподіл є симетричним відносно мат сподівання і для нього  $r_3 = 0$ .

Крім асиметрії крива розподілу характеризується сплюснутістю або витягнутістю, тобто коефіцієнтом ексцесу  $E$ . Коефіцієнт ексцесу має такий зв'язок з четвертим основним моментом:

$$E = \hat{r}_4 - 3. \quad (3.13)$$

Для нормального розподілу  $r_4 = 3$  і  $E=0$ . При  $E > 0$  крива розподілу є вигнутою, при  $E < 0$ - сплюснутою.

Для розрахунку статистичних оцінок третього та четвертого основних моментів використовуються формули:

$$\hat{r}_3 = \frac{\hat{\mu}_3}{S_x^3}, \quad (3.14)$$

$$\hat{r}_4 = \frac{\hat{\mu}_4}{S_x^4}. \quad (3.15)$$

Оцінка дисперсії випадкової величини, котра отримується за допомогою формул (3.10) та (3.11) при  $l = 2$  не є незсуненою. Для того щоб отримати незсунену оцінку дисперсії треба помножити оцінку другого центрального моменту  $\mu_2$  на множник Бесселя  $\frac{n}{n-1}$ . Тобто незсунена оцінка дисперсії, позначимо її  $S_x^2$ , дорівнює:

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i \quad (3.16)$$

або

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (3.17)$$

якщо оцінка дисперсії знаходиться без попереднього групування інформації.

Середнє квадратичне відхилення розраховується за формулою

$$S_x = \sqrt{S_x^2}. \quad (3.18)$$

### 3.3 Статистичні характеристики розподілу середньої висоти снігового покриву на станціях Вінницької області

За даними про розподіл середньої висоти сніжного покриву на станціях Вінницької області за період 1996-2018 роки було розраховано статистичні характеристики [11, 12]. Дані наведено в табл. 3.1. Аналіз табл. 3.1 свідчить, що на станції Білопілля середнє значення дорівнює 11,5 см, а середньоквадратичний відхил – 10,79 см. Середнє значення на станції Хмільник – 10,9 см, а середньоквадратичний відхил складає 10,5 см. На станції Жмеринка середнє значення становить 10,5 см, а середньоквадратичний відхил дорівнює 9,77 см. Середнє значення на станції Гайсин – 9,0 см, а середньоквадратичний відхил дорівнює 8,42 см. На станції Могилів-Подільський середнє значення та середньоквадратичний відхил становить 8,6 см.

Таблиця 3.1 – Статистичні характеристики розподілу середньої висоти снігового покриву на станціях Вінницької області

Станція	$\bar{x}$ , см	$S_x$ , см	Мінімум	Максимум
Білопілля	11,5	10,79	0	56
Вінниця	11,9	11,9	0	67
Хмільник	10,9	10,15	0	49
Жмеринка	10,5	9,77	0	51
Гайсин	9,0	8,42	0	45
Могилів-Подільський	8,6	8,6	0	56

Розрахунок статистичних характеристик дозволяє виявити екстремальні значення розподілу снігового покриву на території Вінницької області. Максимальне середнє значення спостерігається на станції Вінниця та дорівнює 11,9 см, мінімальне зафіксовано на станції Могилів-Подільський і становить 8,6 см. Середньоквадратичне відхилення максимальне значення має на станції Вінниця та дорівнює 11,9 см, мінімальне виявлено на станції Гайсин і складає 8,42 см. Максимальне значення висоти снігового покриву спостерігається на станції Вінниця та становить 67 см.

## 4 ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ КЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Сніговий покрив, будучи однією з характеристик опадів, має свої особливості вимірювання та обробки. Він надається середніми декадними висотами, максимальною декадною висотою за зиму, повторенням різних висот снігового покриву по декадах або забезпеченістю. Крім того, встановлюють дати появи і сходу снігового покриву, дати утворення і руйнування стійкого снігового покриву та ін.

### 4.1 Висота снігового покриву

Для характеристики висоти снігового покриву обчислюють середні значення її не для місяців, а для декад зимових місяців. Ці величини на початку і в кінці зими розраховуються тільки в тому випадку, коли сніговий покрив спостерігався більш ніж у 50% всіх зим. Середню величину за декаду дістають діленням сумарної висоти за всі роки вибраного періоду на кількість років. Коли ж сніг спостерігався менш, ніж у 50% зим, то середню висоту за таку декаду не розраховують. При цьому прийнято в таблицях довідника ставити умовний значок ( • ). Середні багаторічні значення висоти снігового покриву по снігозйомках обчислюють так само, як і по постійній рейці. При обробці корисно порівнювати деякі результати, здобуті по снігозйомках і по постійній рейці: так перевіряються дані про висоту снігового покриву для крайніх декад і в середині зими з відсутністю снігу в деякі зими. Якщо при снігозйомках сніг в декаді не зафіксований і в таблицях стоїть прочерк, а по показаннях постійної рейки він спостерігався, то цей рік не слід включати в підрахунки.



Крім середніх декадних висот визначають також і багаторічну максимальну висоту снігового покриву за зиму. Її дістають шляхом осереднення максимальних декадних висот, вибраних з кожного року, незалежно від того, в якому місяці і декаді він спостерігався [13-22].

Найбільші і найменші декадні висоти снігового покриву по місяцях встановлюють по даних постійної рейки, а найбільші і найменші висоти за зиму обчислюють для обох способів спостереження. Як правило, результати різняться між собою, хоч і не надто сильно.

Треба зазначити, що висоти снігового покриву значно залежать від умов рельєфу, вони перерозподіляються вітром і, зазвичай, зв'язку між декадними висотами по території майже не спостерігається. Дещо краще виражений зв'язок між максимальними декадними висотами снігового покриву за зиму. Тому на короткорядній станції багаторічні середні декадні висоти дістають за допомогою методу ізомір (аналогічно тому, як це робилось при обробці опадів). Для цього на всіх довгорядних станціях багаторічну середню висоту снігового покриву за кожен декаду виражають у відсотках від багаторічної максимальної висоти за зиму. Ці відсотки наносять на карти для кожної декади окремо і проводять ізоміри, тобто лінії рівних відсотків. Знімаючи з карти ізомір шляхом звичайної інтерполяції значення відповідних відсотків для пункту з короткими рядами спостережень, можна дістати висоту снігового покриву за кожен декаду у відсотках від максимальної висоти за зиму. Максимальну ж за зиму висоту снігового покриву, зазвичай, встановлюють за допомогою рівняння регресії, як і для опадів. Побудова карт ізомір можлива тільки при наявності достатньої кількості станцій з довгими рядами спостережень і рівномірно розташованих по території. В умовах складного рельєфу побудова карт ізомір недоцільна, і якщо ряд спостережень дуже короткий, то обмежуються даними середньої з найбільших висот за зиму.

Так як висота снігового покриву має значну мінливість від року до року, то розраховують також повторення і забезпеченість зим з різними

найбільшими декадними висотами снігового покриву. Цю роботу проводять тільки для довгорядних опорних станцій.

За даними про розподіл середньої висоти снігового покриву на території Вінницької області було розраховано декадні висоти та їх повторюваність по декадах для кожної станції за період з 1996 по 2018 роки. Результати розрахунків наведено в таблицях 4.1-4.6.

Таблиця 4.1 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Білопілля за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	73	86	58	70	52	53	50	45	33	46	43	50	63	87	66	100	100
6-10			18	7	26	10	14	16	15	9	19	14	5	6	6	7			
11-15				7	5	5	14		5	26	14	9	19	22	13		17		
16-20			9		11	10	10	10	15	5	10	14	9	11	13		17		
21-25							5	16		5	14	4	14	6					
26-30								5	10	5	5	4	5	6					
31-35									5	5	5			6					
36-40						5						9	5						
41-45																6			
46-50							5												

В табл. 4.1 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах для станції Білопілля. З таблиці видно, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у 2 та 3 декаді жовтня, 2 та 3 декаді квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в 3 декаді грудня – 26 %. Максимальну повторюваність – 26 % випадків у 3 декаді січня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю – 17 % у 1 декаді квітня. Найбільша повторюваність – 16% спостерігається в градації

21-25 см в 1 декаді січня. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність – 10 % в 2 декаді січня. У 2 декаді березня максимальну повторюваність у 6 % має градація 31-35 см. Градація 36-40 см спостерігається у трьох декадах, максимальна повторюваність – 9 % у 2 декаді лютого. Можна відмітити, що градації 41-45 та 46-50 см мають найрідші наявності повторюваності випадків і фіксуються лише у третій декаді березня та грудня та мають повторюваність 6 та 5 % відповідно.

В таблиці 4.2 наведено даний кліматичний показник для станції Вінниця.

Таблиця 4.2 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Вінниця за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X		XI			XII			I			II			III			IV		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	100	85	75	63	65	45	47	45	44	46	53	47	45	76	94	90	100	100
6-10				15	6	21	15	31	24	28	22	18	4	10	20					
11-15					19	11	5	5	9	9	13		9	10	20	6				
16-20							5	9	4			9	4	13	5	6		10		
21-25											4	9	4	5	5	6				
26-30						5			4		4		18	5	5	6				
31-35							5		4	9	4	13	4	5			6			
36-40								5												
41-45							5	5	4											
46-50									4	9		5								
51-55											9									9
56-60													4	5						

Аналізуючи табл. 4.2 можна відмітити, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у 2 та 3 декаді жовтня, 1 декаді листопада та 2 та 3 декаді квітня и складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в 3 декаді грудня – 31 %.

Максимальну повторюваність – 20 % випадків у 1 декаді березня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю – 13 % у 3 декаді лютого та 10 % у 1 декаді квітня. Найбільша повторюваність – 9% спостерігається в градації 21-25 см в 1 декаді лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність – 18 % в 2 декаді лютого. У 1 декаді лютого максимальну повторюваність у 13 % має градація 31-35 см. Можна відмітити, що градація 36-40 см має найрідшу наявність повторюваності випадків, тому що фіксується лише у 3 декаді грудня та повторюваність складає 5 %. Градація 41-45 см спостерігається у трьох декадах, максимальна повторюваність – 5 % у 2 та 3 декадах грудня. У 2 декаді січня з максимальною повторюваністю – 9 % має градація 46-50 см. Можна відмітити, що градація 51-55 см має найрідшу наявність випадків, тому що фіксується лише у 3 декаді січня з повторюваністю у 9 %. Градація 56-60 см має максимальну повторюваність – 5% та спостерігається у 2 та 3 декадах лютого.

В табл. 4.3 представлено повторюваність декадної висоти на станції Гайсин. Аналіз табл. 4.3 показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у 1 декаді листопада, 3 декаді березня та 2, 3 декадах квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в 1 декаді січня – 37 %. Максимальну повторюваність – 33 % випадків у 1 декаді квітня має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю – 19 % у 2 декаді січня та 16 % у 1 декаді січня. Найбільша повторюваність – 9% спостерігається в градації 21-25 см в 3 декаді січня. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність – 6% в 2 декаді грудня. Можна відмітити, що градація 31-35 см має найрідшу наявність повторюваності випадків, тому що фіксується лише у 2,3 декадах січня та у 1 декаді лютого, де повторюваність складає 5 %.

В табл. 4.4 зведено показники для станції Жмеринка. З аналізу таблиці 4.4 видно, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у 1 декаді листопада, в трьох декадах квітня і складають 100 %.

Таблиця 4.3 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Гайсин за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	75	100	90	84	65	63	58	42	43	41	40	57	60	62	67	100	67	100	100
6-10	25			8	23	25	16	37	14	14	35	15	28	19	33				
11-15					6		16		19	23	10	9	6	13			33		
16-20			10	8				16	19	9	10	9	6	6					
21-25					6	6	5			9		5							
26-30						6	5	5				5							
31-35									5	4	5								

Таблиця 4.4 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Жмеринка за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	50	100	80	69	70	71	50	44	42	38	40	50	53	47	50	67	100	100	100
6-10	50		10	23	12	6	25	28	26	24	20	10	11	18	29	17			
11-15			10		12	11	5	11	11	14	20	15	26	23	7				
16-20				8			10	6	11	5		5	5		7	8			
21-25							5		5	9	15	15	5	6					
26-30						6	5	11	5	5	5								
31-35					6	6				5									
36-40												5				8			
41-45														6					
46-50															7				

У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в 3 декаді жовтня – 50 %. Максимальну повторюваність – 26 % випадків у 3 декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю – 11 % у 2 декаді січня. Найбільша повторюваність – 15% спостерігається в градації 21-25 см в 1 та 2 декаді лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність – 11 % в 1 декаді січня. У 1 та 2 декаді грудня максимальну повторюваність у 6 % має градація 31-35 см. Градація 36-40 см спостерігається у двох декадах, максимальна повторюваність – 8 % у 3 декаді березня. Можна відмітити, що градації 41-45 та 46-50 см мають найрідші наявності повторюваності випадків, тому що фіксуються лише у одній декаді та повторюваність складає 6 та 7 %.

В табл. 4.5 представлено кліматичний показник для станції Могилів-Подільський.

Таблиця 4.5 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Могилів-Подільський за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	86	84	80	77	66	68	59	50	48	63	74	70	92	90	100	100	100
6-10				8	13	11	22	17	16	20	21	21	10	15	8	10			
11-15			14						10	15	16	21	10	15					
16-20				8					10	5	5								
21-25					7		6	5		5	5								
26-30						6		5					6						
31-35								5		5	5								
36-40							6		5										
41-45						6						5							

Аналізуючи табл. 4.5 можна відмітити, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у 3 декаді жовтня, 1 декаді листопада та в трьох декадах квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в 3 декаді грудня – 22 %. Максимальну повторюваність – 21 % випадків у 2 декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю – 10 % у 2 декаді січня. Найбільша повторюваність – 7% спостерігається в градації 21-25 см в 1 декаді грудня. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність – 6 % в 2 декаді грудня та 3 декаді лютого. Градація 31-35 см спостерігається у трьох декадах, максимальна повторюваність – 5%. Можна відмітити, що градації 36-40 та 41-45 см мають найрідші наявності повторюваності випадків, тому що фіксуються лише у двох декадах та максимальна повторюваність складає 6 %.

В табл. 4.6 наведено результати досліджень на станції Хмільник. Аналіз таблиці показує, що найбільші значення повторюваності спостерігаються у градації 0-5 см у 2 та 3 декадах жовтня, в 1 декаді листопада та в 2 та 3 декадах квітня і складають 100 %. У градації 6-10 см максимум повторюваності зафіксовано в 3 декаді грудня – 30 %. Максимальну повторюваність – 19 % випадків у 1 декаді лютого має градація 11-15 см. Градація 16-20 см спостерігається з максимальною повторюваністю – 17 % у 1 декаді березня. Найбільша повторюваність – 23% спостерігається в градації 21-25 см в 2 декаді лютого. Градація 26-30 см має максимальну повторюваність – 10 % в 3 декаді грудня, 1 декаді січня та 1 декаді лютого. У 2 декаді грудня максимальну повторюваність у 6 % має градація 31-35 см. Градація 36-40 см спостерігається у двох декадах, максимальна повторюваність – 5% у 2 та 3 декадах лютого. В градації 41-45 см не спостерігаються випадки повторюваності висоти снігового покриву. Можна відмітити, що градація 46-50 см має найрідшу наявність повторюваності випадків, тому що фіксується лише у 2 декаді лютого, де повторюваність складає 5 %.

Таблиця 4.6 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Хмільник за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X		XI			XII			I			II			III			IV		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	100	82	81	74	76	55	62	56	46	38	47	45	50	66	100	71	100	100
6-10				8	6	21	6	30	14	14	18	9	10	15	11	13		29		
11-15				8	13		6	5		5	18	19	10	5	17	7				
16-20									14	10	5	10		10	17	7				
21-25						5				5	5	14	23	15	5	7				
26-30							6	10	10	5	8	10		5						
31-35							6			5										
36-40													5	5						
41-45																				
46-50													5							

#### 4.2 Періоди з різним станом снігового покриву

За методикою, прийнятою в свій час у ГГО, розроблені деякі критерії снігового покриву. Так, за день зі сніговим покривом приймають такий, коли не менш половини видимої місцевості станції покрито снігом. Усталеним вважають такий сніговий покрив, який лежить не менше місяця з перервами не більше трьох днів підряд або в розбивку; коли перерві в один день на початку зими передує залягання снігового покриву не менш, ніж 5 днів, а перерві в 2 - 3 дні - не менш ніж 10 днів [13-22].

Якщо в кінці зими, не більш, ніж через 3 дні після сходу снігового покриву, знову утворюється сніговий покрив, який лежить не менше 10 днів, то таке його залягання вважається неперервним.



Якщо за зиму було декілька періодів з усталеним сніговим покривом, розділених в часі не більше, ніж 5 днів один від одного, то період від першого дня з усталеним сніговим покривом до останнього дня за зиму вважається єдиним періодом з усталеним сніговим покривом. Середні багаторічні дати утворення і руйнування усталеного снігового покриву розраховують тільки в тому випадку, коли кількість днів зі сніговим покривом складає більше 50% усіх зим, і лише за зими, коли був тільки один період зі стійким сніговим покривом.

Всі названі дати снігового покриву за кожен рік заносяться в таблицю, після чого розраховують середні дати і вибирають крайні, тобто самі ранні та самі пізні дати.

Середні значення густини снігового покриву ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) і запаси води в снігу обчислюються тільки за даними тих років, коли сніговий покрив утворювався. Густину снігового покриву починають вимірювати лише тоді, коли його висота досягає 5 см, тому весною і восени крайні декади, для яких вказується висота снігу і його густина, можуть не співпадати, тобто період, за яких надається густина снігу, виявляється коротшим за період з вказанням висоти снігового покриву.

Крім середньої густини розраховують середню густину при найбільшій декадній висоті снігового покриву і при найбільшому запасі води в сніговому покриві. Для здобуття цих характеристик густини за кожний рік вибирається значення густини в ту із декад, коли висота снігового покриву або запас води в снігу були найбільшими. Ці декади, зазвичай, різняться в різні роки. Таким чином осереднюються дані з густини для різних декад.

В табл. 4.7 представлено кліматичні показники – дати появи та сходу снігового покриву, дати утворення та руйнування стійкого снігового покриву, відсоток зим із відсутністю стійкого снігового покриву. Проаналізуємо показник – дати появи снігового покриву на території Вінницької області.

Таблиця 4.7 – Дати появи та сходу снігового покриву, дати утворення та руйнування стійкого снігового покриву, відсоток зим із відсутністю стійкого снігового покриву

№ станції	Станція	Дати появи снігового покриву			Дати утворення стійкого снігового покриву			Дати руйнування стійкого снігового покриву			Дати сходу снігового покриву			Відсоток зим із відсутністю стійкого снігового покриву
		середня	найраніша	найпізніша	середня	найраніша	найпізніша	середня	найраніша	найпізніша	середня	найраніша	найпізніша	
1	Білопільля	20.11	25.10	11.12	20.12	13.11	6.02	21.02	20.12	9.04	27.03	3.03	24.04	13
2	Вінниця	14.11	20.10	6.12	22.12	13.11	20.01	14.02	17.12	4.04	3.04	8.03	25.04	8
5	Гайсин	24.11	25.10	11.12	24.12	12.11	6.02	12.02	15.12	20.03	22.03	27.02	24.04	17
4	Жмеринка	22.11	24.10	20.12	20.12	12.11	9.02	16.02	17.12	30.03	27.03	25.02	24.04	17
6	Могилів-Подільський	25.11	24.10	26.12	25.12	13.11	6.02	9.02	1.01	16.03	20.03	26.01	23.04	33
3	Хмільник	19.11	13.10	9.12	21.12	12.11	9.02	19.02	20.12	6.04	26.03	22.02	23.04	17

Отже, на станції Білопільля середня дата зафіксована 20 листопада, найранніша дата 25 жовтня, а найпізніша 11 грудня. На станції Вінниця середня дата відмічається 14 листопада, найранніша 20 жовтня, а найпізніша 6 грудня. Середня дата на станції Гайсин спостерігається 24 листопада, найранніша 25 жовтня та найпізніша 11 грудня. На станції Жмеринка середня дата відмічається 22 листопада, найранніша 24 жовтня та найпізніша 20 грудня. Станція Могилів-Подільській характеризується середньою датою 25 листопада, найраннішою 24 жовтня та найпізнішою 26 грудня. Середня дата на станції Хмільник відмічається 19 листопада, найранніша 13 жовтня та найпізніша 9 грудня.

Наступна кліматична характеристика – дати сходу снігового покриву на території Вінницької області. Таким чином, на станції Білопільля середня дата зафіксована 27 березня, найранніша дата 3 березня, а найпізніша 24 квітня. На станції Вінниця середня дата відмічається 3 квітня, найранніша 8 березня, а найпізніша 25 квітня. Середня дата на станції Гайсин спостерігається 22 березня, найранніша 27 лютого та найпізніша 24 квітня. На станції Жмеринка середня дата відмічається 27 березня, найранніша 25 лютого та найпізніша 24 квітня. Станція Могилів-Подільській характеризується середньою датою 20 березня, найраннішою 26 січня та найпізнішою 23 квітня. Середня дата на станції Хмільник відмічається 26 березня, найранніша 22 лютого та найпізніша 23 квітня.

Третій показник в таблиці – дати утворення стійкого снігового покриву на станціях Вінницької області. Середня дата на станції Білопільля зафіксована 20 грудня, найранніша 13 листопада, найпізніша 6 лютого. На станції Вінниця середня дата відмічається 22 грудня, найранніша 13 листопада, а найпізніша 20 січня. Середня дата на станції Гайсин спостерігається 24 грудня, найранніша 12 листопада та найпізніша 6 лютого. На станції Жмеринка середня дата відмічається 20 грудня, найранніша 12 листопада та найпізніша 9 лютого. Станція Могилів-Подільській характеризується середньою датою 25 грудня, найраннішою 13 листопада та

найпізнішою 6 лютого. Середня дата на станції Хмільник відмічається 21 грудня, найранніша 12 листопада та найпізніша 9 лютого.

Наступна кліматична характеристика – дати руйнування стійкого снігового покриву на території Вінницької області. Отже, на станції Білопілля середня дата зафіксована 21 лютого, найранніша дата 20 грудня, а найпізніша 9 квітня. На станції Вінниця середня дата відмічається 14 лютого, найранніша 17 грудня, а найпізніша 4 квітня. Середня дата на станції Гайсин спостерігається 12 грудня, найранніша 15 грудня та найпізніша 20 березня. На станції Жмеринка середня дата відмічається 16 лютого, найранніша 17 грудня та найпізніша 30 березня. Станція Могилів-Подільській характеризується середньою датою 9 лютого, найраннішою 1 січня та найпізнішою 16 березня. Середня дата на станції Хмільник відмічається 19 лютого, найранніша 20 грудня та найпізніша 6 квітня.

Важливим показником розподілу снігового покриву є відсоток зим із відсутністю стійкого снігового покриву на території Вінницької області. Отже, на станції Білопілля величина цього показника становить 13 %, на станції Вінниця відмічається мінімальний відсоток та він дорівнює 8 %. Станції Гайсин, Жмеринка та Хмільник мають однакові значення цього показника та становлять 17 %. Максимум даного показника спостерігається на станції Могилів-Подільський, де зафіксоване значення 33 %.

Найранніша середня дата появи снігового покриву відмічається на станції Вінниця 14 листопада, а найпізніша середня дата зафіксована на станції Могилів-Подільський 25 листопада. Найранніша із найранніших дат спостерігається на станції Хмільник 13 жовтня, а найпізніша 25 жовтня на станціях Білопілля та Гайсин. Найранніша із найпізніших дат спостерігається 6 грудня на станції Вінниця, а найпізніша із найпізніших зафіксована 26 грудня на станції Могилів-Подільський.

Найранніша середня дата сходу снігового покриву відмічається на станції Могилів-Подільський 20 березня, а найпізніша середня дата зафіксована на станціях Білопілля та Жмеринка 27 березня. Найранніша із

найранніших дат спостерігається на станції Хмільник 22 лютого, а найпізніша 8 березня на станції Вінниця. Найранніша із найпізніших дат спостерігається 23 квітня на станціях Могилів-Подільський та Хмільник, а найпізніша із найпізніших зафіксована 25 квітня на станції Вінниця.

Найранніша середня дата утворення стійкого снігового покриву відмічається на станціях Білопілля та Жмеринка 20 грудня, а найпізніша середня дата зафіксована на станції Могилів-Подільський 25 грудня. Найранніша із найранніших дат спостерігається на станціях Гайсин, Жмеринка та Хмільник 12 листопада, а найпізніша 13 листопада на станціях Білопілля, Вінниця та Могилів-Подільський. Найранніша із найпізніших дат спостерігається 20 січня на станції Вінниця, а найпізніша із найпізніших зафіксована 9 лютого на станціях Жмеринка та Хмільник.

Найранніша середня дата руйнування стійкого снігового покриву відмічається на станції Могилів-Подільський 9 лютого, а найпізніша середня дата зафіксована на станції Вінниця 21 лютого. Найранніша із найранніших дат спостерігається на станції Гайсин 15 грудня, а найпізніша 1 січня на станції Могилів-Подільський. Найранніша із найпізніших дат спостерігається 16 березня на станції Могилів-Подільський, а найпізніша із найпізніших зафіксована 9 квітня на станції Білопілля.

#### 4.3 Особливості розподілу кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області

Для дослідження кліматичних показників снігового покриву використовувалися дані щоденних спостережень на метеорологічних станціях Вінницької області за період з 1996 по 2018 роки. В таблиці 4.8 представлено наступний кліматичний показник – середня декадна висота снігового покриву по постійній рейці.

Таблиця 4.8 – Середня декадна висота снігового покриву по постійній рейці на станціях Вінницької області

Станція	X		XI			XII			I			II			III			IV			Найбільша за зиму		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	ср.	макс.	мін.
Білопілля	•	•	•	2	4	6	6	9	10	10	10	11	12	11	10	7	4	•	•	•	20	47	0
Вінниця	•	•	•	2	4	5	7	10	11	11	12	13	13	12	8	7	3	•	•	•	22	59	0
Гайсин	•	•	•	•	4	4	6	7	7	8	9	9	8	7	6	•	1	•	•	•	17	35	0
Жмеринка	•	•	•	•	4	7	7	8	9	8	10	10	10	7	9	9	5	•	•	•	18	47	0
Могилів- Подільський	•	•	•	•	3	3	5	6	7	7	8	8	7	5	4	1	•	•	•	•	16	44	0
Хмільник	•	•	•	•	3	4	6	7	8	9	10	12	12	11	8	6	3	•	•	•	20	46	0

З таблиці видно, що період поява-схід снігового покриву на станціях Вінницької області виявлено з другої декади жовтня по всім станціям по третю декаду квітня. Максимальні значення середньої декадної висоти снігового покриву спостерігаються в третій декаді січня та трьох декадах лютого і складають 13 та 12 см на станції Вінниця; в другій декаді лютого зафіксовано максимальне значення 12 см на станції Білопілля; в першій та другій декаді лютого на станції Хмільник спостерігається максимальне значення 12 см. Найменші значення висоти зафіксовано на початку та наприкінці періоду зі сніговим покривом. Для кожної станції було розраховано середні, виявлено мінімальні та максимальні значення даного кліматичного показника. Максимальне середнє значення за зиму – 22 см спостерігається на станції Вінниця, а мінімум – 16 см на станції Могилів-Подільський. Мінімальне значення по всім станціям 0 см. Максимальне значення – 59 см зафіксовано на станції Вінниця.

На рисунках 4.1-4.2 представлено наступні кліматичні показники: повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву, повторюваність декадної висоти снігового покриву відповідно.

Аналізуючи рис. 4.1, можна відмітити, що в градації 0-5 см найбільше значення 29 % зафіксовано на станції Могилів-Подільській, а мінімальне становить 4 % та визначено для станції Білопілля. В градації 6-10 см максимальне значення складає 29 % для станції Гайсин, мінімальне для станцій Могилів-Подільській та Хмільник – 8 %. В градації 11-15 см максимальне значення зафіксовано на станції Білопілля та складає 25 %, мінімум на станціях Вінниця, Гайсин, Жмеринка та дорівнює 17 %. Градація 16-20 см має максимальне значення 17 % на станції Гайсин, на станції Жмеринка мінімальне значення 4 %. Градація 21-25 см має максимальне значення 25 % на станції Жмеринка, на станції Вінниця мінімальне значення 4 %. В градації 26-30 см незначний максимум 8 %, який спостерігається на станції Білопілля, на усіх інших станціях повторюваність дорівнює 4 %.

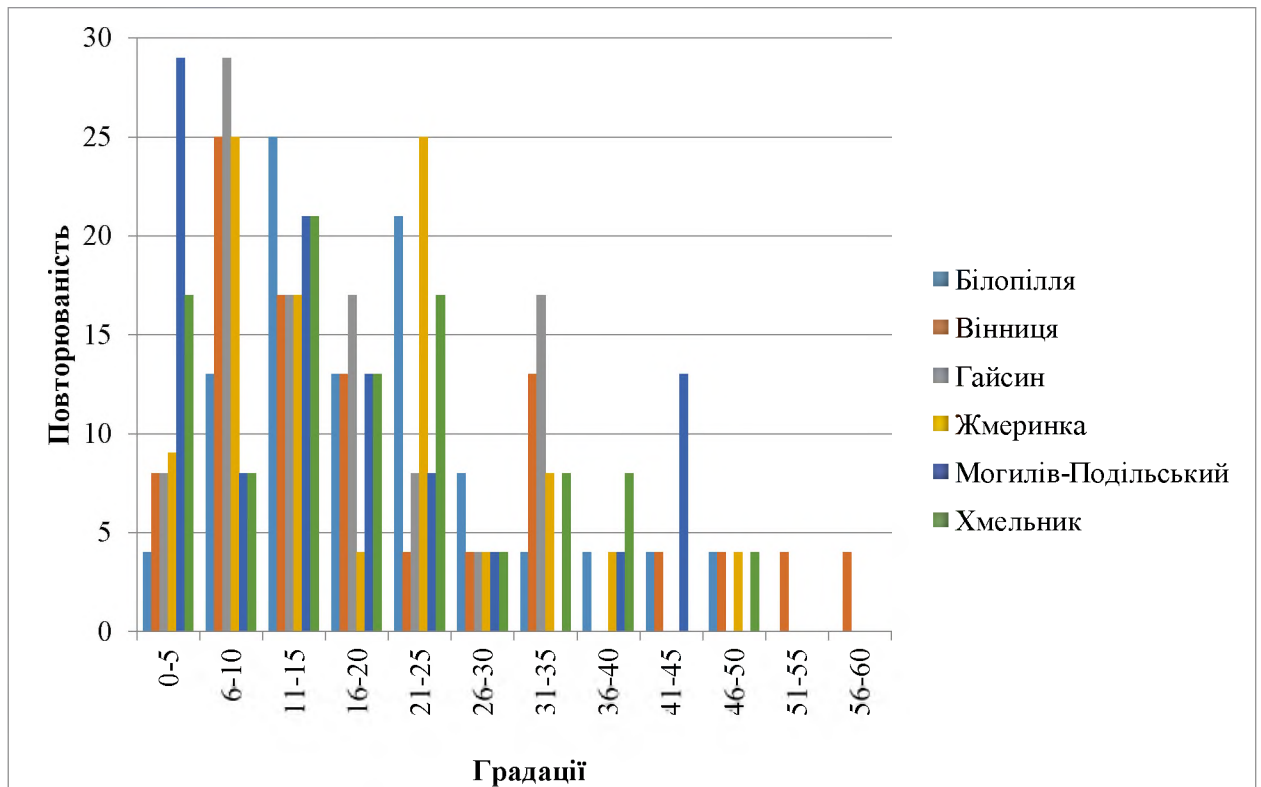


Рисунок 4.1 – Повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву на станціях Вінницької області (%)

В градації 31-35 см максимальна повторюваність зафіксована на станції Гайсин – 17 %, а мінімальне значення 4 % притаманне станції Білопілля. Градація 36-40 см має максимум 8 % на станції Хмельник. Максимальне значення повторюваності 13 % для градації 41-45 см притаманне станції Могилів-Подільський. В градаціях 46-50, 51-55 та 56-60 см зафіксовані випадки повторюваності із значенням 4 %. На всіх станціях майже 100 % повторюваності втілюють висоти від 0 до 40 см. І тільки на деяких станціях 4 % притаманні для висот 41-60 см.

На рис. 4.2 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву на станціях Вінницької області за період дослідження. З рисунку видно, що найбільша повторюваність спостерігається в градації 0-5 см по всіх станціях, максимальне значення для даної градації складає 70% на



станції Могилів-Подільський, а мінімальне 54 % на станції Жмеринка. Градація 6-10 см має також значні повторюваності, порівнюючи з іншими градаціями, максимальне значення 19% зафіксовано на станції Гайсин, а мінімальне 12 % притаманне для станції Білопілля. Градація 11-15 см має максимальне значення на станціях Білопілля та Жмеринка, де складає 12 %, мінімальне значення на станції Вінниця – 7 %. Градації 16-20 см притаманно максимальне значення на станції Вінниця, яке становить 8 %, мінімальне значення складає 2 % на станції Могилів-Подільський.

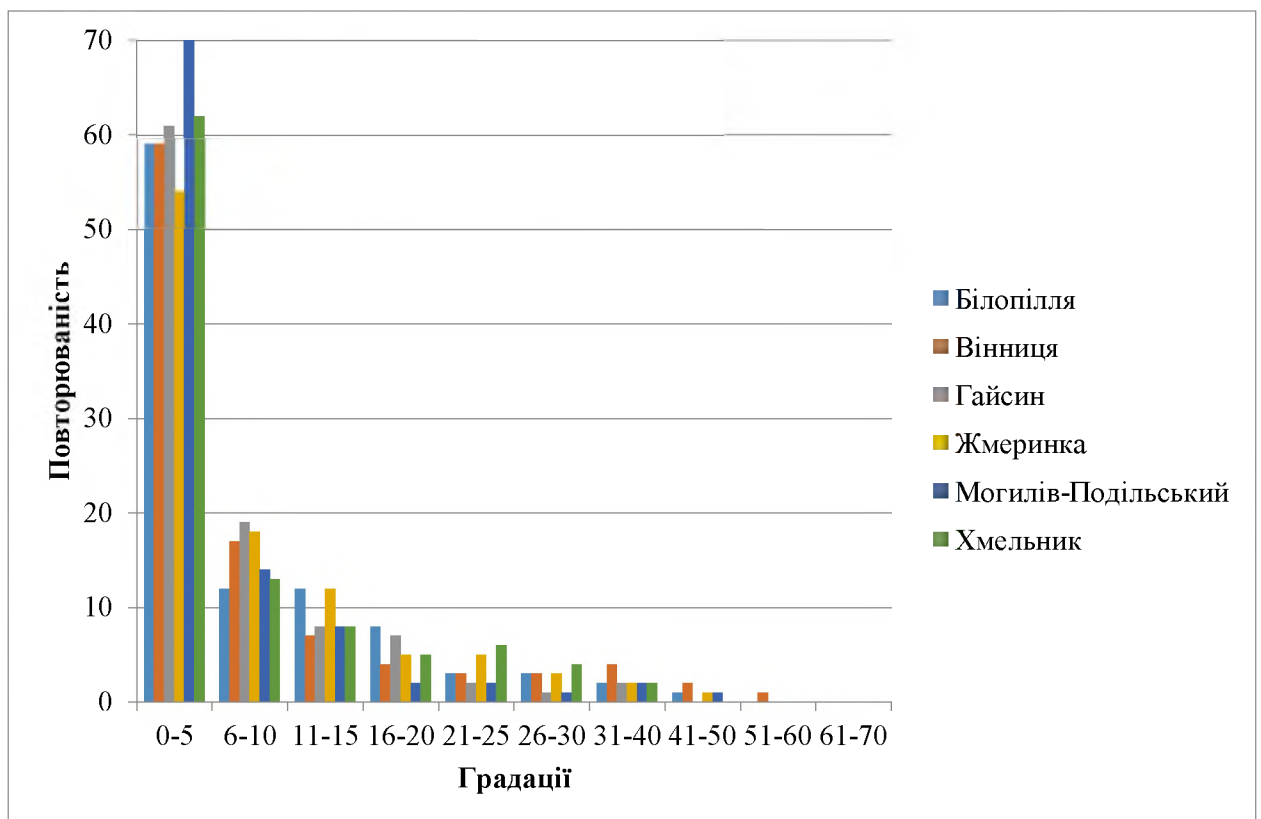


Рисунок 4.2 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву на станціях Вінницької області (%)

Повторюваність в градації 21-25 см має максимальне значення на станції Хмельник, яке дорівнює 6 %, а мінімальне складає 2 % та станціях Гайсин та Могилів-Подільський. Градація 26-30 см має максимальне значення на станції Хмельник та складає 4 %, на станціях Гайсин та Могилів-Подільський

відмічається мінімальне значення та складає 1 %. В градації 31-40 см максимальне значення 4 % спостерігається на станції Вінниця, 2 % припадає на усі інші досліджувані станції. Висоти в градації 41-50 см виявлено на станціях Білопілья, Жмеринка та Могилів-Подільський, де їх повторюваності складають 1 % та на станції Вінниця з максимальним значенням у 2%. Висоти в градації 51-60 см виявлено на станції Вінниця, їх повторюваність складає 1 %.

## 5 ТЕНДЕНЦІЇ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Наступним етапом дослідження снігового покриву на території Вінницької області є визначення зміни кліматичних показників за різні кліматичні періоди. Для цієї мети було використано два періоди: перший – 1996-2018 рр. другий – кліматична норма 1961-1990 рр. За даними про розподіл середньої висоти снігового покриву на території Вінницької області було розраховано декадні висоти та їх повторюваність по декадах для кожної станції за період з 1996 по 2018 роки. Результати розрахунків й дані кліматичної норми наведено в таблицях 5.1-5.16.

В табл. 5.1 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Білопілля за період 1996-2018 рр.

Таблиця 5.1 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Білопілля за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	73	86	58	70	52	53	50	45	33	46	43	50	63	87	66	100	100
6-10			18	7	26	10	14	16	15	9	19	14	5	6	6	7			
11-20			9	7	16	15	24	10	20	31	24	23	28	33	26		34		
21-30							5	21	10	10	19	8	19	12					
31-50						5	5		5	5	5	9	5		6	6			

З таблиці видно, що поява снігового покриву в цьому періоді спостерігається з третьої декади жовтня, а схід зафіксовано в третій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву має місце в градації 31-50 см, а

максимальна повторюваність складає 9 % в другій декаді лютого. Максимум повторюваності 100 % виявлено в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, першій декаді листопада й в другій і третій декаді квітня.

В табл. 5.2 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Білопілля за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву за кліматичної норми починається в третій декаді жовтня, а схід спостерігається в третій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву зафіксовано в градації 51-75 см в період з третьої декади січня по першу декаду березня з повторюваністю 4 % у всі декади. Максимальну повторюваність 100 % виявлено лише в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, в другій та третій декаді квітня.

Таблиця 5.2 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Білопілля за 1961-1990 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	83	94	80	77	73	53	54	49	41	39	26	29	41	37	65	85	100	100
6-10		17		10	15	20	29	15	18	11	25	26	11	7	9	9	15		
11-20			6	10	8	7	18	23	11	30	21	22	34	22	22	22			
21-30								8	11	7	11	15	11	15	14				
31-50									11	7		7	11	11	18	4			
51-75										4	4	4	4	4					

Порівнювальний аналіз двох періодів для станції Білопілля дає можливість зробити наступні висновки. Інтервал появи та сходу снігового покриву в двох періодах виявлено однаковий – з третьої декади жовтня по 3 декаду квітня. Більша кількість градацій спостерігається для кліматичної норми з максимальним інтервалом 51-75 см, що свідчить про більшу висоту снігового покриву в цей період. Максимальна повторюваність в двох

періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків: в сучасному періоді в третій декаді жовтня, першій декаді листопада й в другій і третій декаді квітня, для кліматичної норми – в третій декаді жовтня, в другій та третій декаді квітня.

В табл. 5.3 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Вінниця за період 1996-2018 рр.

Таблиця 5.3 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Вінниця за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X		XI			XII			I			II			III			IV		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	100	85	75	63	65	45	47	45	44	46	53	47	45	76	94	90	100	100
6-10				15	6	21	15	31	24	28	22	18	4	10	20					
11-20					19	11	10	14	13	9	13	9	13	23	25	12		10		
21-30						5			4		8	9	22	10	10	12				
31-50							10	10	12	18	4	18	4	5			6			
51-75													4	5						

З таблиці видно, що поява снігового покриву в цьому періоді спостерігається з другої декади жовтня, а схід зафіксовано в третій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву має місце в градації 51-75 см, а максимальна повторюваність складає 5 % в третій декаді лютого. Максимум повторюваності 100 % виявлено в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, в другій і третій декаді квітня.

В табл. 5.4 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Вінниця за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву за кліматичної норми починається в третій декаді жовтня, а схід спостерігається в другій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву зафіксовано в градації 51-75 см

в другій, третій декаді січня та у третій декаді лютого з повторюваністю 4 % у всі декади. Максимальну повторюваність 100 % виявлено лише в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, в другій декаді квітня.

Таблиця 5.4 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Вінниця за 1961-1990 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	82	74	70	80	69	48	43	32	35	36	25	26	27	36	62	82	100
6-10		18	13	20	12	14	15	18	25	14	14	25	15	12	18	5	18	
11-20			13	10	8	17	27	21	21	25	21	11	15	23	9	14		
21-30								18	7	18	18	25	25	19	23	14		
31-50									11	4	11	14	15	19	14	5		
51-75									4	4			4					

Порівнювальний аналіз двох періодів для станції Вінниця дає можливість зробити наступні висновки. Інтервал появи та сходу снігового покриву в двох періодах не однаковий – з третьої декади жовтня по третю декаду квітня в період 1996-2018 рр. та з третьої декади жовтня по другу декаду квітня у кліматичній нормі. Кількість градацій в двох періодах однакова та найбільшою є 51-75 см. Максимальна повторюваність в двох періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків: в сучасному періоді в другій, третій декаді жовтня, першій декаді листопада й в другій і третій декаді квітня, для кліматичної норми – в третій декаді жовтня, в другій декаді квітня.

В табл. 5.5 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Гайсин за період 1996-2018 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву в цьому періоді спостерігається з третьої декади жовтня, а схід зафіксовано в другій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву має місце в градації 31-50 см, а

максимальна повторюваність складає 21 % в першій декаді березня. Максимум повторюваності 100 % виявлено в градації 0-5 см в третій декаді жовтня.

Таблиця 5.5 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Гайсин за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	87	64	76	73	68	55	44	45	37	41	40	27	25	54	60	83	75
6-10		13	27	24	16	7	26	19	7	11	7	14	15	25	9	20	17	25
11-20			9		11	21	15	26	34	26	26	18	28	25	14	13		
21-30						4		11	7	22	22	14	15	4	14	7		
31-50							4		7	4	4	14	15	21	9			

В табл. 5.6 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Гайсин за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву за кліматичної норми починається в третій декаді жовтня, а схід спостерігається в другій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву зафіксовано в градації 51-75 см в другій, третій декаді січня та у третій декаді лютого з повторюваністю 4 % у всі декади. Максимальну повторюваність 100 % виявлено лише в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, в другій декаді квітня.

Порівнювальний аналіз двох періодів для станції Гайсин дає можливість зробити наступні висновки. Інтервал появи та сходу снігового покриву в двох періодах виявлено однаковий – з третьої декади жовтня по другу декаду квітня. Більша кількість градацій спостерігається для кліматичної норми з максимальним інтервалом 51-75 см, що свідчить про більшу висоту снігового покриву в цей період. Максимальна повторюваність в двох періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків: в сучасному періоді в третій декаді жовтня, для кліматичної норми – в третій

декаді жовтня, в другій декаді квітня.

Таблиця 5.6 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Гайсин за 1961-1990 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	82	74	70	80	69	48	43	32	35	36	25	26	27	36	62	82	100
6-10		18	13	20	12	14	15	18	25	14	14	25	15	12	18	5	18	
11-20			13	10	8	17	27	21	21	25	21	11	15	23	9	14		
21-30								18	7	18	18	25	25	19	23	14		
31-50									11	4	11	14	15	19	14	5		
51-75									4	4			4					

В табл. 5.7 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Жмеринка за період 1996-2018 рр.

Таблиця 5.7 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Жмеринка за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	50	100	80	69	70	71	50	44	42	38	40	50	53	47	50	67	100	100	100
6-10	50		10	23	12	6	25	28	26	24	20	10	11	18	29	17			
11-20			10	8	12	11	15	17	22	19	20	20	31	23	14	8			
21-30						6	10	11	10	14	20	15	5	6					
31-50					6	6				5		5		6	7	8			



З таблиці видно, що поява снігового покриву в цьому періоді спостерігається з третьої декади жовтня, а схід зафіксовано в третій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву має місце в градації 31-50 см, а максимальна повторюваність складає 8 % в третій декаді березня. Максимум повторюваності 100 % виявлено в градації 0-5 см в першій декаді листопада та в трьох декадах квітня.

Таблиця 5.8 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Жмеринка за 1961-1990 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV	
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	71	75	76	79	82	59	52	52	41	39	31	40	36	63	58	72	100
6-10		29	17	12	17	11	22	22		11	15	19	4	24	5	18	14	
11-20			8	12	4	7	19	19	37	37	34	19	32	24	9	12	14	
21-30								7	4	7	8	23	16	4	9	6		
31-50									7	4	4	8	8	12	14			
51-75																6		

В табл. 5.8 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Жмеринка за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву за кліматичної норми починається в третій декаді жовтня, а схід спостерігається в другій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву зафіксовано в градації 51-75 см в третій декаді березня з повторюваністю 6 %. Максимальну повторюваність 100 % виявлено лише в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, в другій декаді квітня.

Порівнювальний аналіз двох періодів для станції Жмеринка дає можливість зробити наступні висновки. Інтервал появи та сходу снігового покриву в двох періодах не однаковий – з третьої декади жовтня по третю

декаду квітня в період 1996-2018 рр. та з третьої декади жовтня по другу декаду квітня у кліматичній нормі. Більша кількість градацій спостерігається для кліматичної норми з максимальним інтервалом 51-75 см, що свідчить про більшу висоту снігового покриву в цей період. Максимальна повторюваність в двох періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків: в сучасному періоді в першій декаді листопада й в першій, другій і третій декаді квітня, для кліматичної норми – в третій декаді жовтня, в другій декаді квітня.

В табл. 5.9 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Могилів-Подільський за період 1996-2018 рр.

Таблиця 5.9 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Могилів-Подільський за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	86	84	80	77	66	68	59	50	48	63	74	70	92	90	100	100	100
6-10				8	13	11	22	17	16	20	21	21	10	15	8	10			
11-20			14	8					20	20	21	21	10	15					
21-30					7	6	6	10		5	5		6						
31-50						6	6	5	5	5	5	5							

З таблиці видно, що поява снігового покриву в цьому періоді спостерігається з третьої декади жовтня, а схід зафіксовано в третій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву має місце в градації 31-50 см, а максимальна повторюваність складає 6 % в другій та третій декаді грудня. Максимум повторюваності 100 % виявлено в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, першій декаді листопада та в трьох декадах квітня.

В табл. 5.10 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Могилів-Подільський за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву за кліматичної норми починається в другій декаді жовтня, а схід спостерігається в другій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву зафіксовано в градації 31-50 см в другій декаді лютого з повторюваністю 9 %. Максимальну повторюваність 100 % виявлено лише в градації 0-5 см в другій, третій декаді жовтня; в першій декаді листопада та в першій, другій декаді квітня.

Таблиця 5.10 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Могилів-Подільський за 1961-1990 рр. (%)

Градація	X		XI			XII			I			II			III			IV	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	100	100	82	54	77	88	63	48	33	42	50	46	49	61	67	80	100	100
6-10				18	38	17	4	21	22	38	28	21	23	27	5	11	10		
11-20					8	6	8	8	13	17	13	21	22	14	29	22	10		
21-30								8	17	8	17	8		5	5				
31-50										4			9	5					

Порівнювальний аналіз двох періодів для станції Могилів-Подільський дає можливість зробити наступні висновки. Інтервал появи та сходу снігового покриву в двох періодах не однаковий – з третьої декади жовтня по третю декаду квітня в період 1996-2018 рр. та з другої декади жовтня по другу декаду квітня у кліматичній нормі. Кількість градацій в двох періодах однакова та найбільшою є 31-50 см. Максимальна повторюваність в двох періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків: в сучасному періоді в третій декаді жовтня, першій декаді листопада й в першій, другій і

третій декаді квітня, для кліматичної норми – в другій, третій декаді жовтня, в першій декаді листопада, в першій та другій декаді квітня.

В табл. 5.11 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Хмільник за період 1996-2018 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву в цьому періоді спостерігається з другої декади жовтня, а схід зафіксовано в третій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву має місце в градації 31-50 см, а максимальна повторюваність складає 10 % в другій декаді лютого. Максимум повторюваності 100 % виявлено в градації 0-5 см в другій та третій декаді жовтня, першій декаді листопада та в другій та третій декаді квітня.

Таблиця 5.11 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Хмільник за 1996-2018 рр. (%)

Градація	X		XI			XII			I			II			III			IV		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	100	100	82	81	74	76	55	62	56	46	38	47	45	50	66	100	71	100	100
6-10				8	6	21	6	30	14	14	18	9	10	15	11	13		29		
11-20				8	13		6	5	14	15	23	29	10	15	34	14				
21-30						5	6	10	10	10	13	24	23	20	5	7				
31-50							6			5			10	5						

В табл. 5.12 представлено повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах у різних градаціях для станції Хмільник за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що поява снігового покриву за кліматичної норми починається в третій декаді жовтня, а схід спостерігається в третій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву зафіксовано в градації 31-50 см в другій декаді лютого з повторюваністю 11 %. Максимальну повторюваність

100 % виявлено лише в градації 0-5 см в третій декаді жовтня, в другій та третій декаді квітня.

Таблиця 5.12 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Хмільник за 1961-1990 рр. (%)

Градація	X	XI			XII			I			II			III			IV		
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0-5	100	71	80	78	80	61	50	50	56	30	39	33	31	29	46	63	89	100	100
6-10		29	13	11	8	32	29	18	3	22	14	21	12	22	9	18			
11-20			7	11	12	7	21	21	24	22	29	14	19	27	18	14	11		
21-30								11	10	19	14	21	34	15	27				
31-50									7	7	4	11	4	7		5			

Порівнювальний аналіз двох періодів для станції Хмільник дає можливість зробити наступні висновки. Інтервал появи та сходу снігового покриву в двох періодах не однаковий – з другої декади жовтня по третю декаду квітня в період 1996-2018 рр. та з третьої декади жовтня по третю декаду квітня у кліматичній нормі.. Кількість градацій в двох періодах однакова та найбільшою є 31-50 см. Максимальна повторюваність в двох періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків: в сучасному періоді в другій, третій декаді жовтня, першій декаді листопада й другій і третій декаді квітня, для кліматичної норми – в третій декаді жовтня, в другій та третій декаді квітня.

Наступний кліматичний показник, динаміку якого було досліджено, це повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у різних градаціях. В табл. 5.13 представлено цю характеристику для станцій Вінницької області за період 1996-2018 рр. На станції Білопільля максимальна повторюваність зафіксована на висоті 11-20 см та складає 38 %, а мінімальна

спостерігається на висоті 1-5 см та дорівнює 4%. На станції Вінниця максимальна повторюваність зафіксована на висоті 11-20 см та дорівнює 30%, а мінімальна спостерігається на висотах 1-5 см, 21-30 см та 41-60 см і складає 8%. На станції Гайсин максимальна повторюваність зафіксована на висоті 11-20 см та складає 34%, а мінімальна спостерігається на висоті 1-5 см та дорівнює 8%. На станції Жмеринка максимальна повторюваність зафіксована на висоті 21-30 см дорівнює 29%, а мінімальна спостерігається на висоті 41-50 см та складає 4%. На станції Могилів-Подільській максимальна повторюваність зафіксована на висоті 11-20 см та складає 34%, а мінімальна спостерігається на висоті 31-40 см та дорівнює 4%. На станції Хмільник максимальна повторюваність зафіксована на висоті 11-20 см та дорівнює 34%, а мінімальна спостерігається на висоті 41-50 см та складає 4%.

Таблиця 5.13 – Повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у різних градаціях на станціях Вінницької області за період 1996-2018 рр. (%)

Станція	Висота снігового покриву (см)							
	0	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60
Білопідлля		4	13	38	29	8	8	
Вінниця		8	25	30	8	13	8	8
Гайсин		8	29	34	12	17		
Жмеринка		9	25	21	29	12	4	
Могилів-Подільський		29	8	34	12	4	13	
Хмільник		17	8	34	21	16	4	

В таблиці 5.14 представлена повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у різних градаціях на станціях Вінницької області за період 1961-1990 рр.

Таблиця 5.14 – Повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у різних градаціях на станціях Вінницької області за період 1961-1990 рр. (%)

Станція	Висота снігового покриву (см)										
	0	1-5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90
Білопілля			7	36	31	10	10			3	3
Вінниця			7	17	25	35	3	10	3		
Гайсин			7	21	38	21	10	3			
Жмеринка			10	32	35	7	10	3	3		
Могилів-Подільський		3	17	28	31	7	14				
Хмільник			7	31	24	31	7				

На станції Білопілля максимальна повторюваність зафіксована на висоті 11-20 см та складає 36 %, а мінімальна спостерігається на висотах 71-80 см та 81-90 см та дорівнює 3 %. На станції Вінниця максимальна повторюваність зафіксована на висоті 31-40 см та дорівнює 35 %, а мінімальна спостерігається на висотах 41-50 см, 61-70 см і складає 3 %. На станції Гайсин максимальна повторюваність зафіксована на висоті 21-30 см та складає 38 %, а мінімальна спостерігається на висоті 51-60 см та дорівнює 3 %. На станції Жмеринка максимальна повторюваність зафіксована на висоті 21-30 см дорівнює 35 %, а мінімальна спостерігається на висотах 51-60 см та 61-70 см та складає 3 %. На станції Могилів-Подільській максимальна повторюваність зафіксована на висоті 21-30 см та складає 31 %, а мінімальна спостерігається на висотах 71-80 см та 81-90 см та дорівнює 3 %.

а мінімальна спостерігається на висоті 1-5 см та дорівнює 3 %. На станції Хмільник максимальна повторюваність зафіксована на висотах 11-20 см та 31-40 см та дорівнює 31 %, а мінімальна спостерігається на висотах 6-10 см і 41-50 см та складає 7 %.

Порівнювальний аналіз двох періодів для станцій Вінницької області дає можливість зробити наступні висновки. Більша кількість градацій спостерігається для кліматичної норми з максимальним інтервалом 81-90 см, що свідчить про більшу висоту снігового покриву в цей період. В градації 0 см повторюваності відсутні на всіх станціях для двох періодів. Градація 1-5 см для сучасного періоду характеризується максимумом на станції Могилів-Подільський із значенням 29 % та з мінімумом на станції Білопілля із значенням 4 %; параметри кліматична норма у цій градації мають одне значення на станції Могилів-Подільський, де дорівнює 3 %. У градації 6-10 см для сучасного періоду максимум спостерігається на станції Гайсин та дорівнює 29 %, а мінімум відмічається на станціях Могилів-Подільський та Хмільник та дорівнює 8 %; кліматична норма у цій градації має максимум 17 % на станції Могилів-Подільський та мінімум, який спостерігається на станціях Білопілля, Вінниця, Гайсин та Хмільник і дорівнює 7 %. Градація 11-20 см для сучасного періоду характеризується максимумом на станції Білопілля із значенням 38 % та з мінімумом на станції Жмеринка із значенням 21 %; кліматична норма у цій градації має максимум 36 % на станції Білопілля та мінімум, зафіксований на станції Вінниця із значенням 17 %. У градації 21-30 см для сучасного періоду максимум спостерігається на станціях Білопілля та Жмеринка і дорівнює 29 %, а мінімум відмічається на станції Вінниця – 8 %; кліматична норма у цій градації має максимум 38 % на станції Гайсин та мінімум, який спостерігається на станції Хмільник і дорівнює 24 %. Градація 31-40 см для сучасного періоду характеризується максимумом на станції Гайсин із значенням 17 % та з мінімумом на станції Могилів-Подільський із значенням 4 %; кліматична норма у цій градації має максимум 35 % на станції Вінниця та мінімум, зафіксований на станціях



Жмеринка та Могилів-Подільський із значенням 7 %. У градації 41-50 см для сучасного періоду максимум спостерігається на станції Могилів-Подільський і дорівнює 13 %, а мінімум відмічається на станціях Жмеринка та Хмільник – 4 %; в період кліматичної норми у цій градації має місце максимум 14 % на станції Могилів-Подільський та мінімум, який спостерігається на станції Вінниця і дорівнює 3 %. Градація 51-60 см для сучасного періоду характеризується одним значенням – 8 % на станції Вінниця; кліматична норма у цій градації має максимум 10 % на станції Вінниця та мінімум, який спостерігається на станціях Гайсин та Жмеринка і дорівнює 3 %. Градація 61-70 см зафіксована тільки у кліматичній нормі, де спостерігаються повторюваності на станціях Вінниця та Жмеринка із значенням 3 %. Градації 71-80 см та 81-90 см також відмічаються лише у кліматичній нормі та мають одне значення, яке дорівнює 3 % на станції Білопілля.

В табл. 5.15 і 5.16 представлено наступний кліматичний показник, зміни якого було проаналізовано – декадна висота снігового покриву за постійною рейкою на станціях Вінницької області за періоди 1996-2018 рр. й 1961-1990 рр. відповідно. З табл. 5.15 видно, що появу снігового покриву на станціях Вінницької області виявлено з другої декади жовтня, а схід – з третьої декади квітня по всім станціям. Максимальні значення середньої декадної висоти снігового покриву спостерігаються в третій декаді січня та трьох декадах лютого і складають 13 та 12 см на станції Вінниця; в другій декаді лютого зафіксовано максимальне значення 12 см на станції Білопілля; в першій та другій декаді лютого на станції Хмільник спостерігається максимальне значення 12 см. Найменші значення висоти зафіксовано на початку та наприкінці періоду зі сніговим покривом.

Для кожної станції було розраховано середні, виявлено мінімальні та максимальні значення даного кліматичного показника. Максимальне середнє значення за зиму – 22 см спостерігається на станції Вінниця, а мінімум – 16 см на станції Могилів-Подільський. Мінімальне значення по всім станціям 0 см. Максимальне значення – 59 см зафіксовано на станції Вінниця.

В таблиці 5.16 представлена декадна висота снігового покриву за постійною рейкою на станціях Вінницької області за період 1961-1990 рр. З таблиці видно, що появу снігового покриву на станціях Вінницької області виявлено з другої декади жовтня на станції Могилів-Подільський та з третьої декади жовтня на усіх інших станціях. Схід зафіксовано з другої декади квітня на станціях Вінниця, Гайсин, Жмеринка та Могилів-Подільський та з третьої декади квітня на станціях Білопілля та Хмільник. Максимальні значення середньої декадної висоти снігового покриву спостерігаються в другій, третій декаді січня та трьох декадах лютого і першій декаді березня, де вони мають значення від 13 до 17 см на станції Вінниця; в третій декаді лютого зафіксовано максимальне значення 15 см на станції Білопілля; в другій та третій декаді лютого на станції Хмільник спостерігається максимальне значення 13 см. На станції Гайсин максимальні висоти із значеннями від 12 до 14 см відмічаються з третьої декади січня по першу декаду березня.

Таблиця 5.15 – Декадна висота снігового покриву за постійною рейкою на станціях Вінницької області за період 1996-2018 рр.

Станція	X		XI			XII			I			II			III			IV			Найбільша за зиму		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	ср.	макс.	мін.
Білопільля	•	•	•	2	4	6	6	9	10	10	10	11	12	11	10	7	4	•	•	•	20	47	0
Вінниця	•	•	•	2	4	5	7	10	11	11	12	13	13	12	8	7	3	•	•	•	22	59	0
Гайсин	•	•	•	•	4	4	6	7	7	8	9	9	8	7	6	•	1	•	•	•	17	35	0
Жмеринка	•	•	•	•	4	7	7	8	9	8	10	10	10	7	9	9	5	•	•	•	18	47	0
Могилів-Подільський	•	•	•	•	3	3	5	6	7	7	8	8	7	5	4	1	•	•	•	•	16	44	0
Хмільник	•	•	•	•	3	4	6	7	8	9	10	12	12	11	8	6	3	•	•	•	20	46	0

Таблиця 5.16 – Декадна висота снігового покриву за постійною рейкою на станціях Вінницької області за період 1961 - 1990 рр.

Станція	X		XI			XII			I			II			III			IV			Найбільша за зиму		
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	ср.	макс.	мін.
Білопільля		•	•	1	2	3	4	5	7	10	11	11	14	15	13	11	5	•	•	•	29	102	7
Вінниця		•	•	2	2	3	5	6	9	13	13	14	15	17	15	12	7	•	•		31	61	8
Гайсин		•	•	•	2	2	5	6	8	11	12	12	14	13	12	8	3	•	•		28	51	9
Жмеринка		•	•	•	2	3	4	5	7	10	10	10	12	11	10	7	5	•	•		26	64	8
Могилів-Подільський	•	•	•	•	•	2	3	4	7	8	8	7	7	6	5	3	•	•	•		22	43	3
Хмільник		•	•	1	2	3	5	5	8	10	12	11	13	13	12	9	4	•	•	•	30	42	9

Максимальні значення на станції Жмеринка зафіксовані в період з другої декади січня по першу декаду березня із значеннями від 10 до 12 см. Найменші значення висоти зафіксовано на початку та наприкінці періоду зі сніговим покривом. Для кожної станції було розраховано середні, виявлено мінімальні та максимальні значення даного кліматичного показника. Максимальне середнє значення за зиму – 31 см спостерігається на станції Вінниця, а мінімум – 22 см на станції Могилів-Подільський. Мінімальне значення з мінімальних значень спостерігається на станції Могилів-Подільський із значенням 3 см та максимальне з мінімальних значень відмічається на станціях Гайсин та Хмільник, де дорівнює 9 см. Максимальне значення – 102 см зафіксовано на станції Білопілля.

Порівнювальний аналіз двох періодів для станцій Вінницької області дає можливість зробити наступні висновки. Період від появи до сходу снігового покриву на станціях Вінницької області має більшу протяжність у сучасному періоді: з другої декади жовтня по третю декаду квітня. В періоді 1961-1990 рр. протяжність періоду від появи до сходу снігового покриву має менший часовий інтервал на всіх станціях. У сучасному періоді максимальні значення декадної висоти спостерігаються з третьої декади грудня по третю декаду лютого на усіх станціях. У кліматичній нормі максимальні значення декадної висоти спостерігаються з другої декади січня по першу декаду березня на усіх станціях. Максимальне середнє значення за зиму – 22 та 31 см спостерігається на станції Вінниця, а мінімум – 16 та 22 см на станції Могилів-Подільський в двох періодах відповідно. Мінімальне значення по всім станціям 0 см у сучасному періоді, в кліматичній нормі мінімум зафіксований на станції Могилів-Подільський та дорівнює 3 см. Максимальне значення – 59 см зафіксовано на станції Вінниця у сучасному періоді, а у кліматичній нормі максимальна висота із значенням 102 см спостерігається на станції Білопілля.

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі досліджувались кліматичні характеристики снігового покриву та їх динаміка за різні кліматичні періоди на території Вінницької області. Аналіз результатів дослідження дає можливість зробити висновки про особливості формування снігового покриву в зазначеному регіоні в період з 1996 по 2018 роки.

Першим етапом дослідження було визначення статистичних параметрів розподілу снігового покриву. В роботі зроблено аналіз середнього арифметичного, середнього квадратичного відхилення та екстремальних значень. На території Вінницької області середня висота снігового покриву змінюється в межах від 9 см на станції Могилів-Подільський до 12 см на станції Білопілля. Середній квадратичний відхил коливається від 8 см на станції Гайсин до 12 см на станції Вінниця. Максимум висоти снігового покриву спостерігається на станції Вінниця та становить 67 см. Мінімальне значення дорівнює 0 см на всіх станціях регіону дослідження.

В наступному розділі роботи проведено аналіз кліматичних показників снігового покриву на станціях Вінницької області за зазначений період. Перший показник – це повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах. Поява снігового покриву в регіоні спостерігається з другої декади жовтня, а схід снігового покриву відбувається в третій декаді квітня. Максимальну кількість градацій виявлено на станції Вінниця, де найбільша декадна висота має місце в градації 56-60 см. Мінімум спостерігається на станції Гайсин, де кількість обмежується градацією 31-35 см. Максимум повторюваності зафіксовано в градації 0-5 см, тільки у цій градації виявлено повторюваність 100 % на всіх станціях в окремих декадах. Мінімум повторюваності має місце в градаціях, де висота снігового покриву

більша за 30 см. У всіх градаціях на станціях області зафіксовані випадки повторюваності снігового покриву. Винятком є станція Хмільник, де не виявлено повторюваність декадних висот у градації 41-45 см.

Наступні параметри, які було досліджено, це дати появи та сходу снігового покриву, дати утворення та руйнування стійкого снігового покриву, відсоток зим із відсутністю стійкого снігового покриву. При дослідженні цього показника були розраховані середні дати появи снігового покриву. Поява снігового покриву в регіоні дослідження відмічається з другої по третю декади листопада. Найранніша середня дата спостерігається на станції Вінниця 14 листопада, а найпізніша на станції Могилів-Подільський 25 листопада. Схід снігового покриву по розрахункам на всіх станціях спостерігається в третій декаді березня. Виключенням є станція Вінниця, де схід снігового покриву виявлено 3 квітня. Найраннішу середню дату сходу снігу виявлено на станції Могилів-Подільський 20 березня.

В роботі також представлено розрахунок і аналіз середніх дат утворення стійкого снігового покриву. Утворення стійкого снігового покриву на всіх станціях відбувається у третій декаді грудня. Найранніша середня дата спостерігається на станціях Білопілля та Жмеринка і зафіксована 20 грудня, а найпізнішу було виявлено 25 грудня на станції Могилів-Подільський. Аналіз середніх дат руйнування стійкого снігового покриву свідчить, що руйнування стійкого снігового покриву можливе у трьох декадах лютого. Найранніша середня дата спостерігається на станції Могилів-Подільський – 9 лютого, а найпізніша на станції Білопілля – 21 лютого. Крім середніх дат у роботі представлено найранніші та найпізніші дати появи та сходу снігового покриву і утворення та руйнування стійкого снігового покриву.

Цікавою в розподілі снігового покриву є характеристика відсоток зим із відсутністю стійкого снігового покриву. На станціях Вінницької області цей показник коливається в межах від 8 % на станції Вінниця до 33 % на станції

Могилів-Подільський, що знаходяться в північній та південній частині регіону відповідно.

Наступний показник, що аналізувався, це середня декадна висота снігового покриву по постійній рейці. Максимальні значення спостерігаються в третій декаді січня та трьох декадах лютого і складають 13 та 12 см на станції Вінниця, в другій декаді лютого зафіксовано максимальне значення 12 см на станції Білопілля, в першій та другій декаді лютого на станції Хмільник спостерігається максимальне значення 12 см. Найменші значення висоти зафіксовано на початку та наприкінці періоду зі сніговим покривом. Для кожної станції було розраховано середні, виявлено мінімальні та максимальні значення даного кліматичного показника. Максимальне середнє значення за зиму становить 22 см і визначено на станції Вінниця, а мінімум дорівнює 16 см і спостерігається на станції Могилів-Подільський. Мінімальне значення по всіх станціям 0 см. Максимальне значення зафіксовано на станції Вінниця і становить 59 см.

Показник повторюваність зим з різною найбільшою декадною висотою снігового покриву має найбільші значення в градаціях 0-5 та 6-10 см по всіх станціям, максимум становить 29 % та спостерігається на станції Гайсин, мінімальне значення зафіксовано на станціях Могилів-Подільський та Хмільник і дорівнює 8 %. Найменші повторюваності мають висоти снігу більше 36 см майже на всіх станціях.

Найбільша повторюваність декадної висоти снігового покриву спостерігається в градації 0-5 см по всіх станціям, максимальне значення для даної градації складає 70 % на станції Могилів-Подільський, а мінімальне 54 % на станції Жмеринка. Висоти в градації 51-60 см виявлено на станції Вінниця, їх повторюваність складає 1 %.

Наступним завданням магістерської роботи було виявлення тенденції кліматичних показників за різні періоди. Для дослідження зміни

використовувався порівнювальний аналіз параметрів за періоди 1996-2018 та 1961-1990 роки. Порівнювальний аналіз двох періодів для станцій Вінницької області дає можливість стверджувати, що поява снігового покриву відбувається в однакові терміни (за виключенням станції Могилів-Подільський, де поява снігового покриву зафіксована раніше на одну декаду в періоді 1961-1990 рр.), а схід снігу у 50 % станцій відмічається раніше у період кліматичної норми на одну чи дві декади. Період від появи до сходу снігового покриву має більшу протяжність у сучасному періоді. Для більшої кількості станцій області характерним є інтервал висоти снігу 51-75 см, але тільки половина станцій має таку градацію в сучасний період, що свідчить про більшу висоту снігового покриву в період 1961-1990 рр. Максимальна повторюваність в двох періодах відмічається в градації 0-5 см і складає 100 % випадків, але може спостерігатися в різні декади. Показник повторюваність зим з найбільшою декадною висотою снігового покриву у різних градаціях має найбільший інтервал висоти снігового покриву 81-90 см на станції Білопілья в період кліматичної норми на відміну від сучасного періоду, де максимальну градацію визначено 51-60 см для станції Вінниця. Цей факт дає можливість стверджувати, що висота снігового покриву в сучасний період зменшилася. В градації 0 см повторюваності відсутні на всіх станціях для двох періодів. Максимальні значення декадної висоти спостерігаються з третьої декади грудня по третю декаду лютого, у кліматичній нормі – з другої декади січня по першу декаду березня. Максимальне середнє значення за зиму – 22 та 31 см спостерігається на станції Вінниця, а мінімум – 16 та 22 см на станції Могилів-Подільський в двох періодах відповідно. Мінімальне значення по всім станціям 0 см у сучасному періоді, в кліматичній нормі мінімум зафіксований на станції Могилів-Подільський та дорівнює 3 см. Максимальне значення – 59 см зафіксовано на станції Вінниця у сучасному періоді, а у кліматичній нормі максимальна висота із значенням 102 см спостерігається на станції Білопілья.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Грей Д. М., Мейл Д. Х. Снег. Справочник. Ленинград: Гидрометиздат, 1986. 689 с.
2. Справочник по климату СССР. Выпуск 10. Л: Гидрометеиздат, 1969. 696 с.
3. Bagnold R. A. 1941. The physics of blown sand and desert dunes. Methuen and Co., London.
4. Schmidt R. A. Jr. 1972. Sublimation of wind-transported snow- A model. Res. Rep. RM- 90, USDA For. Serv., Rocky Mtn. For. And Range Expt. Stn., Fort Collins, colo.
5. Radok U. 1977. Snow drift. J. Glaciol., Vol. 19, pp. 123-129.
6. Kung E. C., R. A. Bryson and D. J. Lenschov. 1964. Study of continental surface albedo on on the basis of flight measurements and structure of the earth's surface cover over North America. Mon. Weather Rev., Vol. 92, pp. 543-564.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть 1. Гидрометеиздат, 1985. 301с.
8. Школьный Є. П., Лоева І. Д., Гончарова Л. Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації. Одеса, 1999. 420 с.
9. Школьный Є. П., Гончарова Л. Д., Миротворська Н. К. методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. Одеса, 200. 420 с.
10. Виленкин С. Д. Статистическая обработка результатов исследований случайных функций. М.: Энергия, 1979. 189 с.
11. Недострелова Л.В., Громенко Д.Є. Аналіз статистичної структури розподілу снігового покриву на станціях Вінницької області наприкінці ХХ та на початку ХХІ століть. Abstracts of I International Scientific and Practical Conference. Vancouver, Canada. 25-27 September 2019. P. 208-212.

12. Громенко Д.Є., Недострелова Л.В. Дослідження диференціального та інтегрального розподілу снігового покриву на території Вінницької області. Вестник ГМЦ ЧАМ, № 2(22). 2018. С. 107-112.
13. Врублевська О.О., Катеруша Г.П., Миротворська Н.К. Кліматична обробка окремих метеорологічних величин. Навчальний посібник. Одеса, «ТЕС», 2004. 150 с.
14. Корнус А.О., Лисенко І.О. Характеристика снігового покриву Сумської області за результатами спостережень 2005-2017 років. Географічні науки. 2017. Випуск 8, с. 3-6.
15. Громенко Д.Є., Недострелова Л.В. Аналіз кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області. Вестник ГМЦ ЧАМ, № 23. 2019. С. 34-41.
16. Недострелова Л.В., Громенко Д.Є. Аналіз повторюваності декадної висоти снігового покриву на території Вінницької області. XIII Міжнародна наукова конференція «Perspectives of Science and Education» м. Нью Йорк, США. 22 листопада 2019 р. С. 313-318.
17. Громенко Д.Є., Недострелова Л.В. Дослідження кліматичних характеристик снігового покриву на станціях Вінницької області // Збірник наукових робіт XXII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції ««Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії». 31 грудня 2019 р. м. Переяслав-Хмельницький. С. 19-21.
18. Громенко Д.Є. Особливості розподілу кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області. Збірник тез за матеріалами студентської наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ, 06-10 травня 2019 р. Одеса, 2019. С. 247-248.
19. Недострелова Л.В., Громенко Д.Є. Метеорологічні показники снігового покриву на станціях Вінницької області. Матеріали V Міжнародної науково-

- практичної конференції «Perspectives of science and education» м. Київ, м. Карлові Вари, 5 квітня 2019 р. С. 139-147.
20. Громенко Д.Є., Недострелова Л.В. Аналіз розподілу декадної висоти снігового покриву на станціях Вінницької області. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасний рух науки», 6-7 червня 2019 р., м. Дніпро. С. 400-404.
21. Недострелова Л.В., Громенко Д.Є. Аналіз повторюваності декадної висоти снігового покриву на території Вінницької області. XIII Міжнародна наукова конференція «Perspectives of Science and Education» м. Нью Йорк, США. 22 листопада 2019 р. С. 313-318.
22. Недострелова Л., Громенко Д. Дослідження повторюваності декадної висоти снігового покриву по декадах на території Вінницької області // iScience Poland POLISH SCIENCE JOURNAL INTERNATIONAL SCIENCE JOURNAL, Issue 19, Warsaw, жовтень 2019, С. 16-22.