

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра метеорології та кліматології

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СНІГОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВПРОДОВЖ 1996-2018 РОКІВ PECULIARITIES OF SNOW COVER FORMATION IN THE ODESA REGION DURING 1996-2018

Виконала: здобувачка денної форми навчання
спеціальності 103 «Науки про Землю»
Освітньо-професійна програма Гідрометеорологія

Подолюк Дар'я Вікторівна

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача)

Керівник к. геогр. н., доц. Недострелова Л. В.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент к. геогр. н., доц. Кічук Н. С.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
метеорології та кліматології
№ 10 від 29.05.2025 р.

Завідувачка кафедри

Олег ПРОКОФ'ЄВ

(підпис)

(прізвище, ім'я)

Захищено на засіданні ЕК № 2
протокол № від . . 2025 р.

Оцінка / /
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Голова ЕК

(підпис)

Валерія ОВЧАРУК

(прізвище, ім'я)

Одеса 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 СНІГОВИЙ ПОКРИВ І ФАКТОРИ ЙОГО ФОРМУВАННЯ.....	5
2 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СНІГОВИМ ПОКРИВОМ.....	7
3 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ І КЛІМАТИЧНИЙ ОПИС РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
4 АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ.....	14
4.1 Статистична структура розподілу снігового покриву.....	14
4.2 Аналіз динаміки висоти снігу на Одещині.....	21
5 КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ.....	25
5.1 Оцінка статистичних характеристик розподілу декадної висоти снігового покриву.....	25
5.2 Зміни декадної висоти за градаціями.....	26
5.3 Аналіз періодів з різним станом снігового покриву.....	32
5.4 Тенденції у формуванні снігового покриву в Одеській області в різні кліматичні періоди.....	34
ВИСНОВКИ.....	44
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	46

ВСТУП

Сніг – чудова особливість нашої планети. Він утворюється на усіх материках у величезних кількостях. Щорічно снігом покривається до 130 мільйонів квадратних кілометрів – четверта частина всієї поверхні Землі разом із океанами.

Сніг – вирішальний погодний фактор, він впливає на всі галузі народного господарства і особливо в районах суворого клімату.

Сніг – один із видів природних льодів Землі. До них відносяться, крім снігу, льодовики, крижаний покрив озер, річки морів, підземні льоди, лід, паморозь, іній, град, крижані включення до мерзлих ґрунтів.

Слово кристал походить від давньогрецького слова кристаллос – лід. Стародавні греки не малювали сніжинки, але бачили їх. Найдивовижніша властивість снігу – приголомшлива кількість форм снігових кристалів. Єдина їхня спільність – підпорядкування "закону шестигранності", або гексагональності. Були спроби побудови "ідеального кристала льоду" відповідно до гіпотетичної будови елементарної молекулярних кристалічних ґрат. Але таких "ідеальних кристалів" немає ні на Землі, ні в атмосфері. Форм сніжинок величезна кількість, і всі вони не ідеальні. У 1954 році Комісією снігу та льоду Міжнародній асоціації наукової гідрології було розроблено Міжнародну класифікацію снігу.

Дуже своєрідними є особливості теплообміну снігу з навколишнім середовищем, що здійснюється у формі променистої енергії.

Сніг поглинає та відбиває сонячні промені, тобто пряму сонячну радіацію. Але на поверхню снігового покриву потрапляє не вся радіація, що безпосередньо випромінюється Сонцем. Проходячи атмосферу, вона послаблюється та частково розсіюється крапельками води, пилом, газами повітря. Деяка частка розсіяної сонячної радіації повертається в Космос, але помітна її частина потрапляє на земну поверхню. Сніги, що досягають, пряма

і розсіяна радіації становлять повну, або сумарну, сонячну радіацію. Сонячна радіація має широкий діапазон довжин хвилі – від короткохвильових фіолетових променів до довгохвильових червоних, включаючи ультрафіолетову та інфрачервону частини спектру.

Метою моєї роботи є дослідження та аналіз розподілу висоти снігового покриву на 11 станціях Одеської області протягом 1996-2018 рр.

1 СНІГОВИЙ ПОКРИВ І ФАКТОРИ ЙОГО ФОРМУВАННЯ

«Сніговий покрив – шар снігу на поверхні Землі, що утворився в результаті снігопадів і хуртовин. Сніг – явище природи, яке активно впливає на економіку та суспільство в багатьох країнах світу. Пов'язані зі снігом труднощі приймаються як небезпечний фактор життєвого середовища людини, а впливу снігу на господарство або його величезної цінності як природного ресурсу приділяється мало уваги. Поверхня снігового покриву в значній мірі формується під впливом сонячної радіації і вітрів. Сніговий покрив має малу щільність, зростаючої з часом, особливо до весни» – стверджують автори [1-3].

«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» – пишуть автори [4-6].

«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 щойно випавшого снігу і, отже, на його стійкість при вітровій дефляції.

Основними характеристиками снігового покриву є – висота і щільність. Висота залежить від кількості опадів і вимірюється у см. Щільність снігового покриву змінюється у значних межах і залежить від часу тривалості. Висота і щільність снігового покриву використовується для визначення запасу води на площах басейнів річок і розробки прогнозних даних» – наведено в роботах авторів [1-6].

«Сніговий покрив впливає на глобальний баланс поверхневої енергії, завдяки своєму високому альбедо, чинить охолоджувальний вплив на клімат

Землі. Зменшення снігового покриву змінює потік сонячної енергії – від відбиття від поверхні Землі до поглинання, що призводить до підвищення температури земної поверхні» – досліджено авторами в [1, 4, 7].

2 МЕТЕОРОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА СНІГОВИМ ПОКРИВОМ

Настанова гідрометеорологічним станціям і постам рекомендує: «Щоденні спостереження за сніговим покривом проводять у строк спостережень 06 год за МСЧ, а снігозйомки – регулярно протягом сезону за наявності снігового покриву на постійних снігомірних маршрутах, закріплених на місцевості [1, 4, 8].

Під час щоденного спостереження за сніговим покривом визначають:

- ступінь вкритості сніговим покривом околиці станції, бали;
- характер залягання снігового покриву на місцевості;
- висоту снігового покриву на метеомайданчику або на вибраній ділянці поблизу станції.

Характеристики снігового покриву визначають:

- візуально: ступінь вкритості сніговим покривом околиці станції, характер залягання снігового покриву на місцевості та структуру снігу
- за допомогою снігомірних приладів: висоту снігового покриву, масу проби снігу, товщину льодяної кірки, товщину шару талої води та насиченого водою снігу;
- розрахунковим шляхом: щільність снігу, запас води у сніговому покриві.

Під час вимірювання характеристик снігового покриву застосовують такі ЗВТ:

- рейка снігомірна стаціонарна дерев'яна М – 103 (М – 103 – І довжиною 180 см і М – 103 – ІІ довжиною 130 см) з ціною поділки 1 см;
- рейка снігомірна переносна М – 104 (М – 104 – І довжиною 180 см і М – 104 – ІІ довжиною 130 см) з ціною поділки 1 см;
- снігомір ваговий ВС – 43;
- лінійка з ціною поділки 1 мм.

Щоденні спостереження за сніговим покривом проводять за будь – яких погодних умов.

Спостереження за ступенем вкритості снігом видимої околиці метеостанції, характером залягання снігового покриву на місцевості проводять з постійної найвищої точки поблизу метеомайданчика; вимірювання висоти снігового покриву на метеомайданчику або на вибраній ділянці поблизу метеомайданчика.

Снігомірні рейки встановлюють на відстані, не меншій ніж 10 м одна від одної, вони повинні утворювати рівносторонній трикутник.

Якщо снігомірні рейки встановлені за межами метеомайданчика, біля ділянки для вимірювання поверхні ґрунту встановлюють додаткову (четверту) снігомірну рейку.

Ступінь вкритості снігом видимої околиці станції оцінюють у балах за 10 бальною шкалою.

Характер залягання снігового покриву оцінюють за наявністю заметів снігу (рівномірний – замети відсутні, нерівномірний – наявність невеликих заметів, дуже нерівномірний – великі замети), а також за станом ґрунту під сніговим покривом (мерзлий, талий або стан невідомий).

Висоту снігового покриву на метеомайданчику визначають за стаціонарними снігомірними рейками, встановленими на метеомайданчику або поблизу нього. Висоту снігового покриву визначають як відстань від поверхні ґрунту до межі сніговий покрив – атмосфера.

На прибережних станціях оцінюють лише поверхню суші, на станціях поблизу лісових масивів – тільки поверхню відкритих ділянок (поле, луки тощо); у гірських районах не враховують поверхню прямовисних оголених ділянок».

«Ступінь вкритості снігом видимої околиці метеостанції оцінюють за табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Ступінь вкритості снігом видимої околиці метеостанції

Вкритість снігом	Бал	Вкритість снігом	Бал
Окремі плями < 0,1	0	0,6	6
0,1	1	0,7	7
0,2	2	0,8	8
0,3	3	0,9	9
0,4	4	Вкрито повністю	10
0,5	5		

Якщо ступінь вкритості снігом видимої околиці метеомайданчика сягає або перевищує 6 балів, оцінюють характер залягання снігового покриву цифрами коду за табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Характер залягання снігового покриву

Сніговий покрив	Цифра коду	Сніговий покрив	Цифра коду
Рівномірний на мерзлому ґрунті	0	Рівномірний на мерзлому ґрунті	5
Рівномірний на відталому ґрунті	1	Рівномірний на відталому ґрунті	6
Рівномірний, стан ґрунту невідомий	2	Рівномірний, стан ґрунту невідомий	7
Нерівномірний на мерзлому ґрунті	3	Нерівномірний на мерзлому ґрунті	8
Нерівномірний на відталому ґрунті	4	Нерівномірний на відталому ґрунті	9

Висоту снігового покриву вимірюють у такому порядку:

- під час обходу метеомайданчика перед строком спостережень перевіряють справність постійних рейок: якщо рейки несправні, вимірюють за допомогою переносної рейки; до наступного строку спостережень несправності постійних рейок повинні бути усунені;

- відліки за рейками знімають у порядку зростання номерів рейок (№1, № 2, № 3) з точністю до 1 см;
- за наявності шару льоду або води біля рейки (рейок) вимірюють товщину цього шару.

За висоту снігового покриву беруть поділку рейки на рівні снігового покриву. Під час знімання відліків за рейками спостерігач повинен перебувати на відстані 2-3 м від рейки, нахилившись до рівня снігового покриву.

Результати спостереження за ступенем вкритості видимої околиці метеостанції снігом (у балах), характером залягання снігового покриву (скорочено словами і цифрами коду) записують на сторінці 5 книжки КМ-1 у відповідні колонки.

Відліки висоти снігового покриву за рейками записують на місці спостереження на сторінку 5 книжки КМ-1 у рядок, що відповідає певному числу місяця у відповідні колонки для рейок (№ 1, № 2, № 3).

Якщо відлік за рейкою не перевищує половину її першої поділки, записують цифру 0, якщо дорівнює або перевищує половину першої поділки – цифру 1. За відліками трьох рейок щоденно, відразу після спостереження, визначають середнє значення висоти снігового покриву і записують його у колонку Середнє.

У кінці кожної декади визначають середню висоту снігового покриву за декаду, враховуючи лише дні, коли біля рейок був сніг, лід чи тала вода. Якщо біля рейок снігу не було зафіксовано, а ступінь вкритості снігом видимої околиці метеостанції в цей день становив або перевищував 6 балів, під час визначення середньої висоти снігового покриву за декаду цей день теж враховують, вважаючи, що висота снігового покриву за цей день дорівнювала нулю» – рекомендовано в Настанові [8].

З ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ І КЛІМАТИЧНИЙ ОПИС РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

У Паспорті області записано: «Одеська область займає територію Північно-Західного Причорномор'я від гирла Дунаю до Тилігульського лиману (довжина морської берегової лінії в межах області перевищує 300 км) і тягнеться від моря на північ, в глиб суші на 200-250 км. На півночі Одеська область межує з Вінницькою та Кіровоградською, на сході – з Миколаївською областями, на заході – з Молдовою, на південному заході – частина державного кордону України з Румунією. Площа Одеської області складає 5,5 % території України (33,3 тис. кв. км). Північна частина області розташована в лісостеповій, а південна – в степовій зоні. У ґрунтовому покриві переважають звичайні та південні чорноземи» [9].

«Клімат вологий, помірно континентальний. Для весни характерні похмура погода, тумани у зв'язку з охолоджуючим впливом моря. Літо переважно спекотне, сухе; середня температура липня від 21°C на північному заході до 23°C на півдні, максимальна до 36-39°C (в останні роки і більше). Осінь тривала, тепліше весни, в основному хмарна. Середньорічна температура коливається від 8,2°C на півночі до 10,8°C на півдні області. Загальна сума опадів 340-470 мм на рік, головним чином випадають влітку (часто у вигляді злив). Число годин сонячного сяйва приблизно 2200 на рік. Тривалість вегетаційного періоду 168-210 діб із загальною сумою температур від 28°C до 34°C. Чорне море та лікувальні грязі Куяльницького лиману створюють винятково високий рекреаційний потенціал Одещини. У пониззі великих річок (Дунай, Дністер) і лиманів, на морських узбережжях і в шельфовій зоні розташовані високоцінні й унікальні природні комплекси, водно-болотні угіддя, екосистеми, що формують високий біосферний потенціал регіону, який має національне і міжнародне значення. Природні

умови сприятливі для вирощування озимої пшениці, кукурудзи, ячменю, проса, соняшнику» – зведено в джерелі [9].

«Головне природне багатство області – її земельні ресурси, що представлені переважно чорноземними ґрунтами з високою природною родючістю. У сполученні з теплим степовим кліматом вони формують високий агропромисловий (сільськогосподарський) потенціал регіону.

На території області знаходяться прісноводні озера – Кагул, Ялпуг, Катлабух, Сасик, Шагани, Алібей, Бурнас, а також Хаджибейський і Куяльницький лимани, відомі своїми лікувальними грязями» – стверджує [9].

«На території області налічують близько 200 річок довжиною понад 10 км. Головні річки: Дунай (з Кілійським гирлом), Дністер (з притокою Кучурган), Кодима і Савранка (притока Південного Бугу). У приморській смузі багато прісноводних (Кагул, Ялпуг, Катлабух) і солоних (Сасик, Шагани, Алібей, Бурнас) озер. Також на узбережжі знаходиться велика кількість лиманів, найбільші - Дністровський, Куяльницький і Хаджибейський. У межах області розташовані 1134 малих річок і струмків, 15 прісноводних та морських лиманів (найбільш великі Дністровський, Тилігульський, Хаджибейський, Алібей, Бурнас, Будацький, Куяльницький, 6 Кучурганський), 68 водосховищ, 45 озер, у тому числі 8 Придунайських озер: Ялпуг, Кугурлуй, Катлабух, Китай, Сасик, Кагул, Картал, Саф'яни. До водних об'єктів області, які мають категорію лікувальних, відносяться, зокрема, такі відомі родовища пелоїдів лиманів Сасик, Бурнас, Алібей, Шагани, Будацького, Тилігульського, Куяльницького і Хаджибейського, а також родовища мінеральних вод (МВ) Одеське, Куяльницьке, Чорноморське.

Одеська область – малолісна, лісодефіцитна, тому створення лісових насаджень є основною задачею державних лісгосподарських підприємств. Для доведення лісистості Одеської області до оптимальної науковообґрунтованої – 9 %, при якій ліси найефективніше впливають на клімат, ґрунти, водні ресурси та протидіють ерозійним процесам, необхідно створити 100 тис. га нових лісових насаджень. Збільшення лісистості області

від 6 % до 9 % планується здійснювати за рахунок еродованих земель та схилів» – джерело [9].

«Одеська область є частиною морського фасаду України. Вона розташована на перетині найважливіших міжнародних водних шляхів: Дунайський водний шлях після завершення будівництва в 1992 році каналу Дунай-Майн-Рейн є найкоротшим виходом із країн Європи в Чорне море, далі - у Закавказзя, Середню Азію, на Близький Схід; ріка Дністер зв'язує регіон з Молдовою, а Дніпро – з Центральною Україною і Білоруссю, а після завершення реконструкції Дніпровсько-Бузького і Дніпровско-Неманського каналів – з Польщею і країнами Балтії. Волго-Донська система зв'язує Азово-Чорноморський басейн із Казахстаном, Туркменістаном, Азербайджаном, Іраном, забезпечуючи виходи до Каспійського, Балтійського і Білого морів» [9].

4 АНАЛІЗ РОЗПОДІЛУ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІ

4.1 Статистична структура розподілу снігового покриву

«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» – стверджують автори [10-12].

«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» – наведено в роботах авторів [10-12].

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

$$\nu_l = \int_{-\infty}^{\infty} x^l f(x) dx, \quad (4.1)$$

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 (4.1), 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:

$$\hat{\nu}_l = \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l \hat{p}_i, \quad (4.2)$$

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

$$\hat{\nu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i^l m_i \quad (4.3)$$

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

Із теорії ймовірностей відомо, що

$$\nu_1 = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx = m_x \quad (4.4)$$

є математичного сподівання випадкової величини X . Знайдемо оцінку першого початкового моменту.

$$\hat{\nu}_1 = \hat{m}_x = \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \tilde{x}_i m_i. \quad (4.5)$$

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

$$\mu_l = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^l f(x) dx. \quad (4.6)$$

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

$$\hat{\mu}_l = \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l \hat{p}_i \quad (4.7)$$

або

$$\hat{\mu}_l = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^l m_i \quad (4.8)$$

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

$$\mu_2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_x)^2 f(x) dx = \sigma_x^2 \quad (4.9)$$

є дисперсією випадкової величини X . Отже оцінка його

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 \hat{p}_i \quad (4.10)$$

або

$$\hat{\mu}_2 = \hat{\sigma}_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i \quad (4.11)$$

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:

$$r_l = \frac{\mu_l}{\sigma_x^l}. \quad (4.12)$$

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: $r_3 = A_3$. 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:

$$E = \hat{r}_4 - 3 \quad (4.13)$$

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:

$$\hat{r}_3 = \frac{\hat{\mu}_3}{S_x^3}, \quad (4.14)$$

$$\hat{r}_4 = \frac{\hat{\mu}_4}{S_x^4}. \quad (4.15)$$

Оцінка дисперсії випадкової величини, котра отримується за допомогою формул (4.10) та (4.11) при $l = 2$ не є незсуненою. Для того, щоб отримати незсунену оцінку дисперсії, треба помножити оцінку другого центрального моменту μ_2 на множник Бесселя $\frac{n}{n-1}$. Тобто незсунена оцінка дисперсії, позначимо її S_x^2 , дорівнює:

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^k (\tilde{x}_i - \bar{x})^2 m_i \quad (4.16)$$

або

$$S_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (4.17)$$

якщо оцінка дисперсії знаходиться без попереднього групування інформації» [10-12].

«Середнє квадратичне відхилення розраховується за формулою» [10]

$$S_x = \sqrt{S_x^2}. \quad (4.18)$$

За даними про розподіл висоти снігового покриву на станціях Одеської області було розраховано статистичні характеристики: середнє арифметичне, середній квадратичний відхил S_x , коефіцієнти асиметрії A_s і ексцесу E , максимальне і мінімальне значення.

З табл. 4.1 видно, що середнє значення висоти снігу на станціях Одеської області коливається в межах від 4 см на станціях Білгород-Дністровський і Вилкове до максимуму на станції Любашівка – 11 см. Середній квадратичний відхил має максимум на станції Любашівка, що дорівнює 9 см, а мінімум складає 5 см і зафіксований на 36 % станцій регіону. Коефіцієнт асиметрії має додатні значення – правостороння асиметрія, тобто найчастіше зустрічаються висоти снігу менші, ніж середнє значення вибірки. Максимальне значення 2,6 притаманне станції Сарата, а мінімальна асиметрія 1,3 виявлена на станції Одеса. Значення коефіцієнта асиметрії 1,4 є характерним для 36 % досліджених станцій. Коефіцієнт ексцесу також має додатні значення, що свідчить про витягнуту криву розподілу висоти снігового покриву. Його значення змінюються в межах – від максимуму 10,3 на станції Сарата до мінімуму на станції Роздільна, що становить 1,3. Мінімальне значення дорівнює 0 см по всіх станціям. Максимальні висоти коливаються в межах від 25 см на станції Вилкове до 59 см на станції Любашівка, що знаходиться на півночі області.

Таблиця 4.1 – Статистичні характеристики розподілу висоти снігового покриву на станціях Одеської області за період 1996-2018 рр.

Станція	$\bar{x}$, см	S_x , см	A_s	E	Min	Max
Любашівка	11	9	1,4	2,9	0	59
Затишшя	7	7	1,7	4,1	0	43
Сербка	6	6	1,4	1,6	0	28
Роздільна	7	7	1,4	1,3	0	37
Одеса	6	5	1,3	1,8	0	30
Чорноморськ	6	6	2,1	6,2	0	42
Б-Дністров.	4	5	1,9	6,0	0	35
Сарата	5	5	2,6	10,3	0	43
Болград	6	6	1,4	1,8	0	33
Ізмаїл	6	6	1,8	4,4	0	35
Вилкове	4	5	2,1	5,5	0	25

За даними табл. 4.1 побудовано поля статистичних характеристик висоти снігового покриву (рис. 4.1-4.2).

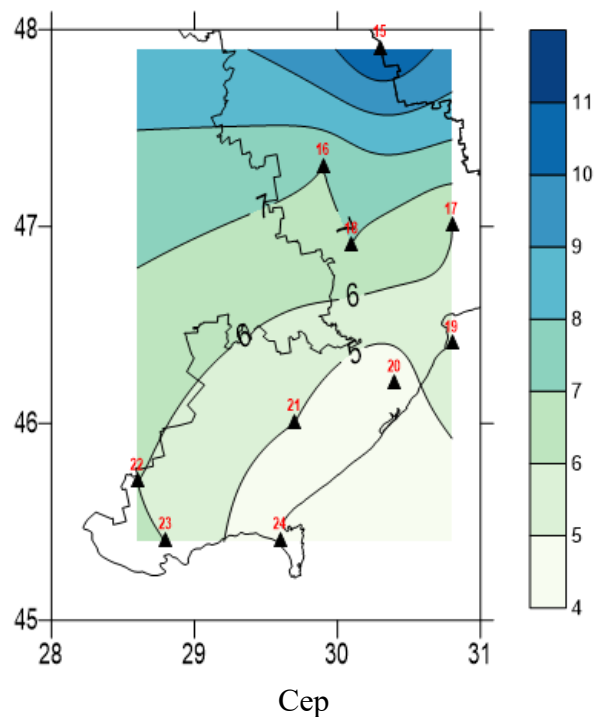


Рисунок 4.1 – Середнє значення висоти снігового покриву

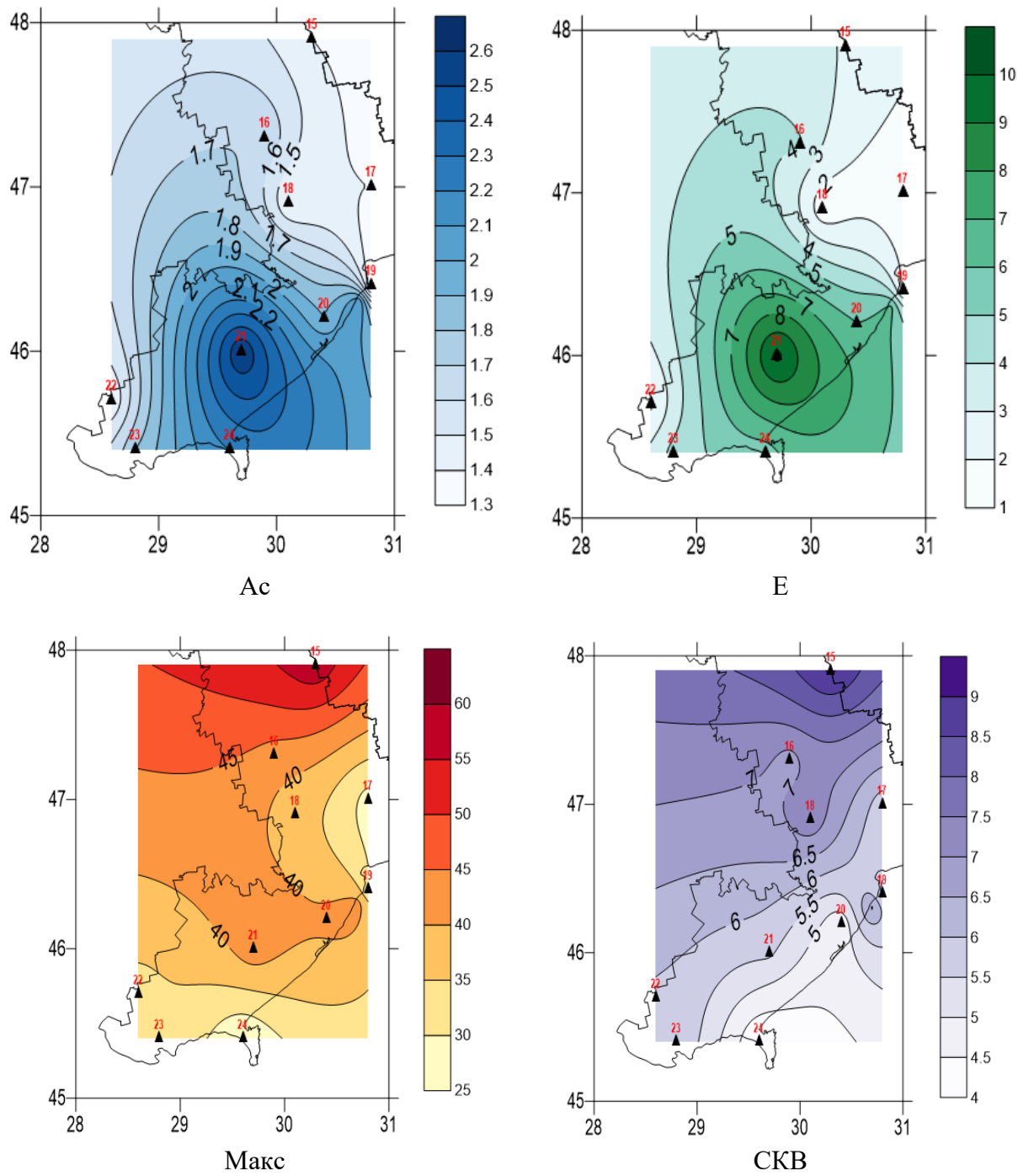


Рисунок 4.2 – Асиметрія, ексцес, максимум та середнє квадратичне відхилення висоти снігового покриву

4.2 Аналіз динаміки висоти снігу на Одещині

В табл. 4.2 зведено інформацію по висоті снігового покриву за різними градаціями у показниках «кількість випадків» і «повторюваність». Отже, на станції Любашівка найбільша повторюваність 34 % спостерігалась в градації 1-5 см, а найменша 0,1 % в градаціях 36-40 см; 41-45 см. На станції Затишшя в градації 1-5 см найбільша повторюваність 47 %, а в градаціях 31-35 см, 36-40 см найменша 0,1 %.

Таблиця 4.2 – Висота (см) снігового покриву за градаціями (чисельник – кількість випадків, знаменник – повторюваність) на станціях Одеської області за період 1996-2018 рр.

Станції	0	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60
Любашівка	25	518	322	261	204	92	66	35	2	2	5	3	4
	1,7	34	21	17	13	6	4	2,1	0,1	0,1	0,5	0,2	0,3
Затишшя	52	394	202	99	36	44	6	1	1	4	-	-	-
	6	47	24	12	4	5	0,9	0,2	0,2	0,7	-	-	-
Сербка	30	468	204	82	54	14	8	-	-	-	-	-	-
	4	54	24	10	6	1,9	0,1	-	-	-	-	-	-
Роздільна	95	543	177	113	112	38	12	13	1	-	-	-	-
	9	50	14	10	10	4	1,4	1,4	0,2	-	-	-	-
Одеса	49	297	241	69	42	12	2	1	-	-	-	-	-
	7,4	42	34	10	5,2	1	0,3	0,1	-	-	-	-	-
Чорноморськ	108	229	165	52	31	7	6	3	4	1	-	-	-
	18	38	27	9	5	1	1	0,4	0,5	0,1	-	-	-
Білгород - Дністровський	182	357	155	67	13	1	-	3	-	-	-	-	-
	24	46	20	8,5	1	0,1	-	0,4	-	-	-	-	-
Сарата	73	430	187	59	15	6	5	2	3	1	-	-	-
	9	55	24	8	1,6	0,8	0,7	0,3	0,4	0,2	-	-	-
Болград	51	476	242	39	65	15	11	2	-	-	-	-	-
	6	53	27	3,6	7	2	1,2	0,2	-	-	-	-	-
Ізмаїл	105	403	238	92	26	14	14	4	-	-	-	-	-

	12,5	45	26	10	3	1,5	1,5	0,5	-	-	-	-	-
Вилкове	35	417	94	18	17	4	-	-	-	-	-	-	-
	6,1	71	16	3	3,2	0,7	-	-	-	-	-	-	-

На станції Сербка найбільша повторюваність 54 % спостерігалася в градації 1-5 см, найменша 0,1 % в градації 26-30 см. На станції Роздільна в градації 1-5 см найбільша 50 %, в градації 36-40 см найменша 0,1 %. На станції Одеса найбільша повторюваність 42 % спостерігалась в градації 1-5 см, а найменша 0,1 % в градаціях 31-35см. На станції Чорноморськ в градації 1-5 см найбільша повторюваність 38 %, а в градації 41-45 см найменша 0,2 %. На станції Білгород-Дністровський найбільша повторюваність 46 % спостерігалася в градації 1-5 см, найменша 0,1 % в градаціях 21-25 см. На станції Сарата в градації 1-5 см найбільша 55 %, в градації 41-45 см найменша 0,1 %. На станції Ізмаїл в градації 1-5 см найбільша 45 %, в градації 31-35 см найменша 0,5 %. На станції Вилкове найбільша повторюваність 71 % спостерігалась в градації 1-5 см, а найменша 0,7 % в градаціях 21-25 см.

За даними табл. 4.2 побудовано діаграму розподілу висоти снігового покриву на станціях Одещини.

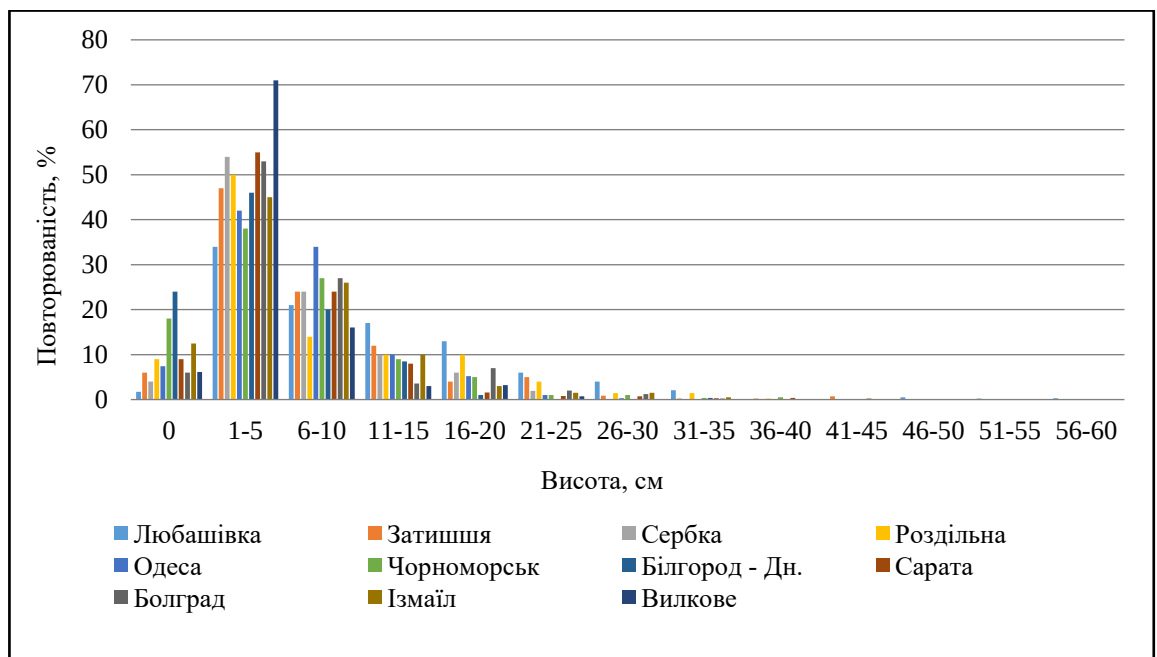


Рисунок 4.3 – Діаграма розподілу висоти снігового покриву

5 КЛІМАТИЧНІ ПОКАЗНИКИ 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 (•). Треба мати на увазі, що, починаючи з 1977 р., в місячний висновках таблиці ТМ-1 і, отже, в щомісячниках, надається не середня за декаду висота снігового покриву, а його висота на останній день декади. Цю обставину слід враховувати при роботі з метеорологічними щомісячниками, виданими до і після 1977 р.: починаючи з цього року середню багаторічну висоту слід обчислювати, використовуючи існуючі в ТМ-1 суми висот за декаду» – рекомендовано в джерелах [13-18].

«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» – наведено авторами [13-18].

5.1 Оцінка статистичних характеристик розподілу декадної висоти снігового покриву

За результатами щоденних спостережень за висотою снігового покриву було розраховано декадні висоти і визначено їх статистичні параметри

(табл. 5.1). Коефіцієнт асиметрії має додатні значення. Максимальне значення 2,9 притаманне станції Чорноморськ, а мінімальна асиметрія 1,5 виявлена на станції Любашівка. Коефіцієнт ексцесу також має додатні значення, що свідчить про витягнуту криву розподілу середньої висоти снігового покриву. Його значення змінюються в широких межах – від максимуму 12,0 на станції Чорноморськ до мінімуму на станції Любашівка, що становить 2,5. Мінімальне значення дорівнює 0 см по всіх станціям. Максимальні висоти коливаються в межах від 17 см на станції Вилкове до 46 см на станції Любашівка, що знаходиться на півночі області.

Таблиця 5.1 – Статистичні характеристики розподілу декадної висоти снігового покриву на станціях Одеської області за період 1996-2018 рр.

Станція	$\bar{x}$, см	S_x , см	A_s	E	Min	Max
Любашівка	7	8,2	1,5	2,5	0	46
Затишшя	5	5,9	2,2	5,6	0	34
Сербка	4	4,5	1,9	3,7	0	21
Роздільна	4	5,5	1,8	2,9	0	27
Одеса	3	3,7	1,9	3,7	0	18
Чорноморськ	3	4,2	2,9	12,0	0	29
Б-Дністровс.	2	2,5	2,8	10,5	0	24
Сарата	3	3,7	2,6	10,3	0	12
Болград	4	4,8	1,8	2,9	0	21
Ізмаїл	4	5,0	2,7	9,8	0	32
Вилкове	2	2,7	2,5	8,2	0	17

5.2 Зміни декадної висоти за градаціями

Наступне завдання роботи – визначення повторюваності декадної висоти снігового покриву в різних регіонах Одеської області. Результати розрахунків зведено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Декадна висота (см) снігового покриву (чисельник – кількість випадків, знаменник – повторюваність) на станціях Одеської області за період 1996-2018 рр.

Станції	0	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50
Любашівка	32	92	36	25	16	9	9	1	1	-	1
	15	41	17	11	6,5	4	4	0,5	0,5	-	0,5
Затишшя	16	71	20	6	6	3	-	1	-	-	-
	13	58	16	5	5	2,2	-	0,8	-	-	-
Сербка	38	73	23	4	4	2	-	-	-	-	-
	26	51	16	3	3	1	-	-	-	-	-
Роздільна	55	83	25	15	6	4	1	-	-	-	-
	29	44	13	8	3,5	2	0,5	-	-	-	-
Одеса	37	83	21	5	2	-	-	-	-	-	-
	25	56	15	3	1	-	-	-	-	-	-
Чорноморськ	48	62	16	5	2	-	1	-	-	-	-
	36	47	12	3,2	1	-	0,8	-	-	-	-
Білгород - Дністровський	60	81	1	3	-	-	-	-	-	-	-
	40	57,3	0,7	2	-	-	-	-	-	-	-
Сарата	58	75	17	5	-	2	-	-	-	-	-
	37	48	11	3	-	1	-	-	-	-	-
Болград	37	70	25	7	6	3	-	-	-	-	-
	25	47	17	5	4	2	-	-	-	-	-
Ізмаїл	35	77	26	6	3	-	1	1	-	-	-
	23	52	17,6	4	2	-	0,7	0,7	-	-	-
Вилкове	44	61	8	1	1	-	-	-	-	-	-
	38	55	5,4	0,8	0,8	-	-	-	-	-	-

Отже, на станції Любашівка найбільша повторюваність 41 % спостерігалась в градації (1-5 см), а найменша 0,5 % в градаціях (31-35 см; 36-40 см; 46-50 см). На станції Затишшя в градації (1-5 см) найбільша повторюваність 58 %, а в градації (31-35 см) найменша 0,8 %.

На станції Сербка найбільша повторюваність 51 % спостерігалася в градації (1-5 см), найменша 1 % в градаціях (26-30 см). На станції Роздільна в градації (1-5 см) найбільша 44 %, в градації (36 – 40 см) найменша 0,5 %. На станції Одеса найбільша повторюваність 56% спостерігалась в градації (1-5 см), а найменша 1 % в градаціях (16-20 см). На станції Чорноморськ в градації (1-5 см) найбільша повторюваність 47 %, а в градації (26-30 см) найменша 0,8 %. На станції Білгород-Дністровський найбільша повторюваність 56 % спостерігалася в градації (1-5 см), найменша 0,7 % в градаціях (6-10 см). На станції Сарата в градації (1-5 см) найбільша 48 %, в градації (21-25 см) найменша 1 %. На станції Ізмаїл в градації (1-5 см) найбільша 52 %, в градаціях (26-30, 31-35 см) найменша 0,7 %. На станції Вилкове найбільша повторюваність 55 % спостерігалась в градації (1-5 см), а найменша 0,8 % в градаціях (11-15, 16-20 см).

Рис. 5.1 представляє частотності декадної висоти снігового покриву за 22-річний період.

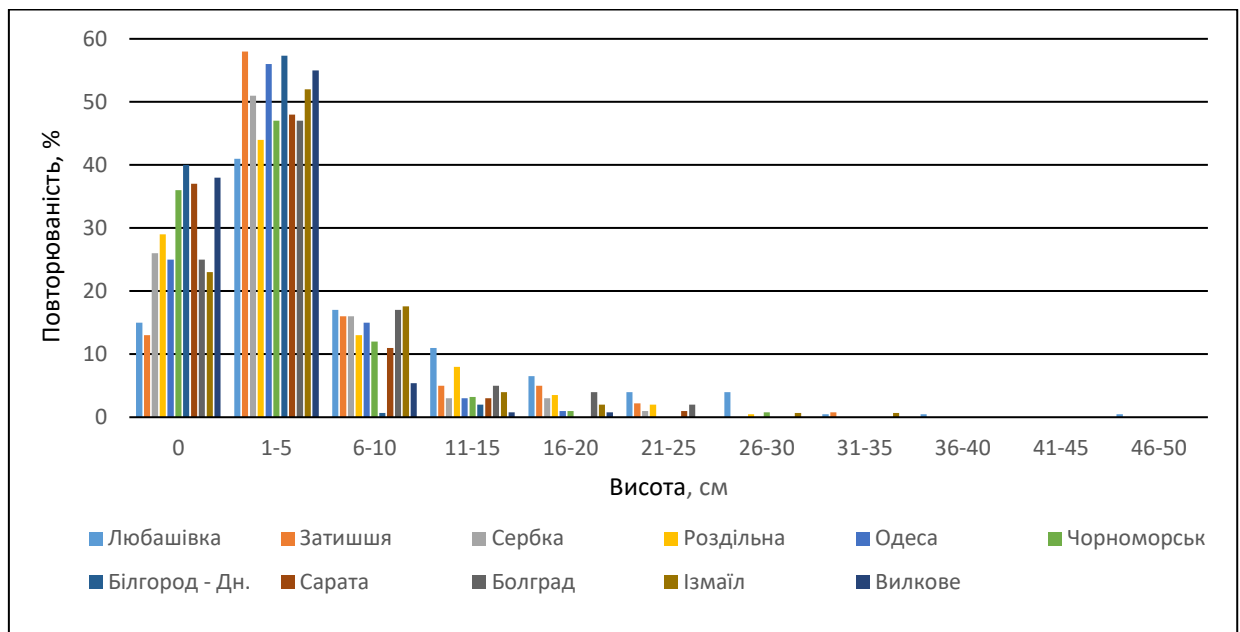


Рисунок 5.1 – Розподіл декадної висоти снігового покриву

Наступний кліматичний показник, який характеризує розподіл декадної висоти – повторюваність декадної висоти за градаціями і по декадах (табл. 5.3-

5.6). Для аналізу обрано станції Любашівка і Ізмаїл, що знаходяться на півночі і півдні станції. А також Одеса і Роздільна – станції, що за своїми погодними і кліматичними умовами типові для узбережжя і континенту.

На станції Любашівка (табл. 5.3) найбільші значення повторюваності – 100 % зустрічаються у градації 0-5 см у третій декаді жовтня, у першій декаді листопада та квітня. Максимальна повторюваність 32 % спостерігалась у першій декаді січня у градації 6-10 см. На висоті 11-15 см найбільша повторюваність 20 % була зафіксована у другій декаді січня. Найвища позначка 19 % досягнута у градації 16-20 см, січень третя декада. Відзначено високий показник повторюваності для третьої декади лютого – 17 % у градації 21-25 см. У другій декаді лютого на висоті 26-30 см було виявлено найвищу повторюваність, яка сягає 21 %. Встановлено, що повторюваність 4 % характерна для таких градацій, як 31-35 см, 36-40 см та 46-50 см у першій декаді лютого.

Таблиця 5.3 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Любашівка 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
0-5	100	100	89	78	92	62	56	41	35	42	45	47	55	43	60	83	100
6-10			11	11		31	28	32	25	9	13	16	17	25	13	17	
11-15				11	8		16	19	20	14	13	5	11	8	13		
16-20						7		4	10	19	13			16	7		
21-25								4	5	7		11	17	8	7		
26-30									5	9	4	21					
31-35											4						
36-40											4						
41-45																	
46-50											4						

На станції Роздільна (табл. 5.4) максимальні значення повторюваності зафіксовані в градації від 0-5 см, у першій та другій декаді листопада, а також у першій декаді грудня та квітня. На висоті 6-10 см у другій декаді січня спостерігається максимум 28 %. Найбільше значення повторюваності

притаманне для першої декади лютого і дорівнює 17 % у градації 11-15 см. Позначка повторюваності 8 % набуває найбільших значень у градації 16-20 см, що характерно для першої декади березня. У градації 21-25 см, максимум 16 % зустрічається у третій декаді січня. Максимум 6 % було знайдено для градації 26-30 см у другій декаді лютого.

Таблиця 5.4 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Роздільна за 1996-2018 рр. (%)

Градація	XI			XII			I			II			III			IV
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
0-5	100	100	88	100	69	93	71	56	47	61	58	70	59	89	90	100
6-10			12		23		17	28	16	17	18	15	25	11	10	
11-15					8	7	12	11	16	17	6	15	8			
16-20								5	5	5	6		8			
21-25									16		6					
26-30											6					

На станції Одеса (табл. 5.5) у градації 0-5 см відзначено високі показники повторюваності 100 % у всіх декадах листопада, першій декаді грудня, третій декаді лютого, другій та третій декадах березня та у першій декаді квітня. У третій декаді січня було зафіксовано два максимуми 36 та 14 % для градацій 6-10 см та 11-15см. На висоті 16-20 см було виявлено у першій декаді січня найбільше значення 8 %.

Таблиця 5.5 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Одеса за 1996-2018 рр. (%)

Градація	XI			XII			I			II			III			IV
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
0-5	100	100	100	100	83	92	76	69	43	80	79	100	78	100	100	100
6-10					7	8	8	31	36	15	14		22			
11-15							8		14	5	7					
16-20							8		7							

Таблиця 5.6 – Повторюваність декадної висоти снігового покриву по декадах на станції Ізмаїл 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
0-5	100		100	83	100	73	84	59	79	61	61	66	92	88	100	100	100
6-10				17		27	8	29	21	22	27	22	8				
11-15								6		11	6	6		12			
16-20							8	6		6							
21-25																	
26-30											6						
31-35												6					

На станції Ізмаїл (табл. 5.6) найвищі показники повторюваності спостерігаються на проміжку 0-5 см, у третій декаді жовтня та березня, другій декаді листопада та березня, першій декаді грудня та квітня. У градації 6-10 см максимальне значення повторюваності 29 % було визначено у першій декаді січня. Максимум 12 % було зафіксовано у першій декаді березня на висоті 11-15 см. У третій декаді грудня було виявлено максимум 8 % для градації 16-20 см. Найбільші значення 6 % наявні у двох градаціях 26-30 см та 31-35 см у першій та другій декадах лютого.

5.3 Аналіз періодів з різним станом снігового покриву

Як пишуть в [13]: «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. Стійким вважають такий сніговий покрив, який лежить не менше місяця з перервами не більше трьох днів підряд або в розбивку; коли перерви в один день на початку зими передують залягання снігового покриву не менш, ніж 5 днів, а перерви в 2-3 дні – не менш ніж 10 днів. 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 стійким 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 покриття 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 покриття за кожен рік заносяться в таблицю, після чого розраховують середні дати і вибирають крайні, тобто самі ранні та самі пізні дати» [13-18].

На станції Любашівка (табл. 5.7), середня дата появи снігового покриття становила 26 листопада, що значно випереджало середню дату утворення стійкого покриття – 28 грудня. Середня дата руйнування стійкого покриття припадає на 27 лютого, а дата повного сходу снігу – 22 березня. Найраніша поява фіксувалась вже 25 жовтня, а найпізніша – 1 січня. Руйнування раніше було зафіксовано 17 січня, а схід припадав на 22 лютого, коли пізніше руйнування було 30 березня, а схід – 11 квітня.

На станції Роздільна (табл. 5.7), середня поява снігу фіксувалась 30 листопада, а межі варіювалися від 5 листопада – найраніша до 2 січня – найпізніша. Стійкий покрив утворювався найраніше 11 грудня, найпізніше – 15 січня. Руйнування стійкого снігу спостерігалось найраніше 26 січня, найпізніше 13 березня. Сніг повністю зникав у середньому 13 березня, з діапазоном від 26 січня до 10 квітня.

Таблиця 5.7 – Дати появи та сходу снігового покриву, дати утворення та руйнування стійкого снігового покриву

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	
Любашівка	26.11	25.10	01.01	28.12	12.11	23.01	27.02	17.01	30.03	22.03	22.02	11.04	23%
Роздільна	30.11	05.11	02.01	•	11.12	15.01	•	26.01	26.03	13.03	26.01	10.04	59%
Одеса	08.12	05.11	25.01	•	01.01	08.02	•	19.01	17.03	11.03	03.02	09.04	77%
Ізмаїл	15.12	26.10	26.01	•	21.11	01.02	•	15.01	15.03	06.03	14.02	10.04	64%

На станції Одеса було зафіксовано, що середня дата появи снігу припадає на 8 грудня, із найранішнім випадком 5 листопада та найпізнішим – 25 січня (табл. 5.7). Утворення стійкого покриву фіксувалося найраніше – 1 січня, найпізніше – 8 лютого. Його руйнування починалося з варіантами від 19 січня до 17 березня. Повне зникнення снігу відбувалося у середньому 11 березня, з варіацією від 3 лютого до 9 квітня.

На станції Ізмаїл, було виявлено, що сніг з'являвся в середньому 15 грудня, з найранішою датою 26 жовтня, а найпізнішою – 26 січня (табл. 5.7). Стійкий покрив утворювався в період від 21 листопада до 1 лютого. Руйнування снігового покриву фіксувалося від 15 січня до 15 березня. Дата остаточного сходу снігу варіювалася від 14 лютого до 10 квітня, середня дата – 6 березня.

Середні дати утворення і руйнування стійкого покриву визначено тільки для станції Любашівка (табл. 5.7), тому що стійкий покрив на цій станції виявлено більше ніж в 50 % зим. На інших досліджених станціях відсоток зим

з відсутністю стійкого покриття змінювався в межах від 59 % на станції Роздільна, 64 % – на станції Ізмаїл до 77 % – на станції Одеса.

5.4 Тенденції у формуванні снігового покриття в Одеській області в різні кліматичні періоди

Далі в рамках дослідження снігового покриття в Одеській області було визначено зміни кліматичних показників за різні кліматичні періоди. Для визначення цього питання було проаналізовано три періоди: перший – 1996 -2018 рр., другий – 1961-1990 рр. [19] та третій – 1991-2020 рр. [20].

За табл. 5.8 можемо зазначити, що з третьої декади жовтня на станції Любашівка відбувалася поява снігового покриття, а в першій декаді квітня – схід. У першій декаді лютого було зафіксовано найбільшу висоту снігового покриття, яка припадає у градацію 31-50 см та має повторюваність 12 %. В градації 0-5 см спостерігався максимум повторюваності 100 % у третій декаді жовтня та першій декаді листопада і квітня.

В табл. 5.9 можемо спостерігати, що поява снігового покриття була у третій декаді жовтня, а схід у другій декаді квітня. Максимальна висота снігового покриття була у градації 31-50 см та становила 9 %. Найбільша повторюваність – 100 % була зафіксована у третій декаді жовтня, першій декаді листопада та першій, другій декадах квітня.

Таблиця 5.8 – Повторюваність висот снігового покриття за декаду у різних градаціях на станції Любашівка 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
0-5	100	100	89	78	92	62	56	41	35	42	45	47	55	43	60	83	100
6-10			11	11		31	28	32	25	9	13	16	17	25	13	17	
11-20				11	8	7	16	23	30	33	26	5	11	24	20		
21-30								4	10	16	4	32	17	8	7		
31-50											12						

Таблиця 5.9 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Любашівка 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	100	86	87	84	88	82	60	58	46	44	57	44	47	52	58	100	100
6-10				13	16	8	11	24	15	29	20	18	20	22	16	30		
11-20			14			4	7	12	23	18	36	14	24	13	11	12		
21-30								4	4	7		4	4	9	16			
31-50												7	8	9	5			

Таблиця 5.10 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду різних градаціях на станції Любашівка за 1991-2020 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	85	80	84	55	59	33	36	41	46	54	65	31	60	46	100	100	
6-10			15	13	11	35	26	42	16	14	21	20	13	31	20	31			
11-20		17		7	5	10	15	21	40	28	21	4	9	38	13	23			100
21-30								4	8	10	5	24	13		7				
31-50										7	7								

В табл. 5.10 зафіксовано появу снігового покриву у третій декаді жовтня, а схід у третій декаді квітня. Сніговий покрив має найбільшу висоту у градації 31-50 см, повторюваність – 7 % у третій декаді січня та першій декаді лютого. Максимальна повторюваність висот снігового покриву – 100 % була наявна у градаціях 0-5 см у третій декаді жовтня, першій та другій декадах квітня, а також у градації 11-20 см у третій декаді квітня.

Якщо порівняти всі ці таблиці, то можна дійти висновку, що поява снігового покриву однакова для всіх періодів – третя декада жовтня, а от схід снігового покриву був у всіх декадах квітня, в різні періоди. Найбільша висота снігового покриву була зафіксована на всіх станціях у градації 31-50 см. Максимальна повторюваність висот снігового покриву спостерігалася у градації від 0-5 см на всіх розглянутих періодах а також максимум було зафіксовано у градації 11-20 см у третій декаді квітня за сучасним періодом 1991-2020 рр.

В табл. 5.11-5.13 зведено інформацію по станції Роздільна. В період 1996-2018 рр. поява снігового покриву в першій декаді листопада у проміжку 0-5 см, а схід було виявлено у першій декаді квітня. Найбільшу висоту снігового покриву було знайдено у градації 21-30 см, третя декада січня, повторюваність дорівнювала 16 %. Максимум становив 100 % та був зафіксований у градації 0-5 см, в листопаді – перша та друга декади, в грудні – перша декада, в квітні також перша декада.

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

Градація	XI			XII			I			II			III			IV
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
0-5	100	100	88	100	69	93	71	56	47	61	58	70	59	89	90	100
6-10			12		23		17	28	16	17	18	15	25	11	10	
11-20					8	7	12	16	21	22	12	15	16			
21-30									16		12					

У табл. 5.12 подано дані щодо появи снігового покриву висотою 0-5 см у третій декаді жовтня, а його схід зафіксовано в другій декаді квітня. Найбільша висота снігового покриву спостерігалася в проміжку 31-50 см у першій декаді березня, з повторюваністю 5 %. Максимум повторюваності 100 % відзначено для градації 0-5 см у третій декаді жовтня, першій декаді листопада, першій та другій декадах квітня.

Таблиця 5.12 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Роздільна 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	100	80	75	88	88	79	70	77	56	62	57	68	58	72	10	100	100
6-10				25	6	8	8	15	4	16	15	19	12	16	17			
11-20					6	4	13	15	19	24	23	12	4	16	11			
21-30			20							4		12	12	5				
31-50													4	5				

У табл. 5.13 представлено появу снігового покриву висотою 0-5 см у третій декаді жовтня, тоді як його схід відбувся в третій декаді квітня. Максимальне значення висоти було у межах 21-30 см, спостерігалось в третій декаді квітня при повторюваності 100 %. Повна повторюваність становила 100 %, була зафіксована для висоти 0-5 см у третій декаді жовтня, першій і другій декадах листопада, першій декаді грудня та першій, другій декадах квітня, а також у градації 21-30 см, у третій декаді жовтня.

Таблиця 5.13 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Роздільна за 1991-2020 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	100	91	100	81	74	66	62	62	66	75	75	42	72	10	100	100	
6-10				9		13	13	17	21	11	11	10	5	36	14	27			
11-20							13	17	17	17	19	10	20	21					
21-30						6				10	4	5							100

Отже, впливає, що поява снігового покриву була однаковою лише для двох періодів, другий – 1961-1990 рр., третій 1991-2020 рр., а в першому періоді (1996-2018 рр.) поява снігового покриву відбулася пізніше – перша декада листопада. Найбільшу висоту снігового покриву було зареєстровано на у межах градації 21-30 см, для першого та третього періодів, а у другому періоді позначка висоти досягнула меж 31-50 см. Найвища повторюваність висот снігового покриву відзначалася у межах 0-5 см протягом усіх досліджуваних періодів, але в періоді 1991-2020 рр. також було зафіксовано найбільшу повторюваність в градації 21-30 см, третя декада квітня.

В табл. 5.14 – 5.16 представлено дані по Одесі. В табл. 5.14 бачимо, що поява та схід снігового покриву припадають на першу декаду листопада та першу декаду квітня відповідно. Максимальна висота снігового покриву була знайдена у третій декаді січня та досягала меж 11-20 см. Найбільша

повторюваність дорівнювала 100 % та була наявна у всіх декадах листопада, першій декаді грудня, другій та третій декадах березня та першій декаді квітня, в градації 0-5 см.

Опираючись на дані табл. 5.15, можемо сказати, що поява снігового покриву відбулася у першій декаді листопада, а схід – у другій декаді квітня. Найвища зафіксована висота була у градації 11-20 см, мала місце у третій декаді січня та у всіх декадах лютого з повторюваністю 6 %. Для висоти 0-5 см зареєстрована повторюваність 100 % була у всіх декадах листопада, першій декаді грудня, третій декаді березня та другій декаді квітня.

Таблиця 5.14 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Одеса за 1996-2018 рр. (%)

Градація	XI			XII			I			II			III			IV
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
0-5	100	100	100	100	83	92	76	69	43	80	79	100	78	100	100	100
6-10					7	8	8	31	36	15	14		22			
11-20							16		21	5	7					

Згідно з табл. 5.16, формування снігового покриву відбувалося в першій декаді листопада, тоді як його схід завершувався у першій декаді квітня. Найвище значення висоти снігового покриву з повторюваністю 19 % фіксувалося в третій декаді січня та сягало інтервалу 11-20 см. Повторюваність, що становила 100 %, спостерігалася у першій декаді грудня та квітня у межах градації 0-5 см.

Таблиця 5.15 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Одеса за 1961-1990 рр. (%)

Градація	XI			XII			I			II			III			IV	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	100	100	100	91	100	89	89	81	83	81	94	86	92	100		100
6-10					9		11	11	13	11	13		14	8			
11-20									6	6	6	6					

Таблиця 5.16 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Одеса за 1991-2020 рр. (%)

Градація	XI			XII			I			II			III			IV
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
0-5	100	83	71	88	75	65	61	66	57	78	70	75	50	80	77	100
6-10		17	29	12	17	29	22	28	24	15	24	25	42	10	23	
11-20					8	6	17	6	19	7	6		8	10		

Таким чином, встановлено, що поява снігового покриву відбувалася однаково у всіх періодах – перша декада листопада, а схід завершувався у першому та другому періодах – однаково (перша декада квітня), лише у другому періоді танення відбулося у другій декаді квітня. Максимальні значення висоти покриву були зафіксовані в межах градації 11-20 см у всіх періодах аналогічно. Найвища повторюваність висоти снігового покриву переважала в межах 0-5 см впродовж усіх аналізованих періодів.

Як свідчать дані табл. 5.17, утворення снігового покриву на станції Ізмаїл спостерігалось в третій декаді жовтня, а його схід відзначався в першій декаді квітня. Максимальна висота покриву мала повторюваність 6 %, фіксувалася у другій декаді лютого в межах 31-50 см. Повторюваність зі значенням 100 % наявна у третій декаді жовтня, другій декаді листопада, першій декаді грудня, другій і третій декадах березня та на початку квітня – у градації 0-5 см.

Таблиця 5.17 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Ізмаїл 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
0-5	100		100	83	100	73	84	59	79	61	61	66	92	88	100	100	100
6-10				17		27	8	29	21	22	27	22	8				
11-20							8	12		17	6	6		12			
21-30											6						
31-50												6					

У таблиці 5.18 наведено інформацію, згідно з якою поява снігового покриву припадає на першу декаду листопада, а його схід має місце у другій декаді квітня. Найбільша зареєстрована висота снігового покриву спостерігалася в третій декаді січня та охоплювала інтервал 11-20 см. Повторюваність, що досягала 100 %, у межах градації 0-5 см простежується у першій декаді листопада, у третій декаді березня та першій, другій декадах квітня.

Таблиця 5.18 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Ізмаїл за 1961-1990 рр. (%)

Градація	XI			XII			I			II			III			IV	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
0-5	100	33	75	74	75	80	81	75	77	51	80	85	89	86	100	100	100
6-10		67	25	8	5	13	14	10	11	5		5	11	7			
11-20				8			5	10	6	14	20	10					
21-30						7								7			
31-50								5	6								

Аналіз табл. 5.19 свідчить, що поява снігового покриву розпочиналася в третій декаді жовтня, а його схід припадав на третю декаду квітня. Найбільші значення висоти снігового покриву реєструвалися у першій декаді лютого та відповідали градації 21-30 см. Максимальні значення (100 %) простежуються в межах градації 0-5 см, а також у градації 6-10 см. Такі показники зафіксовані у всіх третій декаді жовтня, другій декаді листопада, третій декаді квітня та першій декаді квітня відповідно.

Отже, з'ясовано, що початок формування снігового покриву у першому та третьому досліджуваних періодах припадав на третю декаду березня, а в другому періоді – перша декада листопада. Завершення його існування фіксувалося в кожному періоді по-різному. В періоді 1996-2018 рр. – перша декада квітня, 1961-1990 рр. – друга декада квітня, 1991-2020 рр. – третя декада квітня. Максимальні висоти покриву, що уклалися в межі градації 11-20 см,

реєструвалися у першому та другому періодах, для третього найбільша висота сягала межі 21-30 см. Найвища повторюваність снігового покриву переважала в інтервалі 0-5 см на всьому часовому проміжку, а також було помічено у третьому періоді максимальну повторюваність на висоті 21-30 см.

Таблиця 5.19 – Повторюваність висот снігового покриву за декаду у різних градаціях на станції Ізмаїл за 1991-2020 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	54	89	75	76	55	79	72	63	50	80	90	90	86			100
6-10				43	11	17	10	25	21	12	29	45	20			14	100		
11-20						8	14	20		16	4	5		10	10				
21-30											4								

Проведено аналіз дат появи і сходу снігового покриву для досліджуваних станцій за два періоди – 1996-2018 і 1991-2020 рр. [20]. Результати представлено в табл. 5.20. На станції Любашівка дати появи снігового покриву однакові, але середні відрізняються в першому періоді – 26 листопада, а в другому – 21 листопада. Дати сходу снігового покриву також не збігаються, найраніша дата появи снігового покриву була зафіксована 22 лютого у першому періоді та 24 січня у другому, найпізніші дати було виявлено 23 квітня та 11 квітня відповідно, середня дата зменшилася з 22 березня до 14 березня (на 8 днів раніше).

На станції Роздільна також спостерігається зміщення дат: середня дата появи снігу зсунулася з 26 грудня (1996 -2018 рр.) до 27 листопада (1991-2020 рр.), тобто майже на місяць раніше. Найранішою датою є 5 листопада та найпізнішою є 2 січня, дати появи снігу залишилися незмінними. Середня дата сходу снігу зменшилася з 26 січня до 23 січня, що вказує на невелику зміну тривалості покриву. Найпізніша дата сходу збільшилась з 10 до 24 квітня.

Таблиця 5.20 – Дати появи та сходу снігового покриву за різні періоди на станціях Одеської області

Станція	Дати появи снігового покриву			Дати сходу снігового покриву		
	Середня	Найраніша	Найпізніша	Середня	Найраніша	Найпізніша
Любашівка 1996-2018	26.11	25.10	01.01	22.03	22.02	11.04
Любашівка 1991-2020	21.11	25.10	01.01	14.03	24.01	23.04
Роздільна 1996-2018	26.12	05.11	02.01	13.03	26.01	10.04
Роздільна 1991-2020	27.11	25.10	02.01	14.03	23.01	24.04
Одеса 1996-2018	08.12	05.11	25.01	11.03	03.02	09.04
Одеса 1991-2020	12.12	02.11	03.02	08.03	09.01	09.04
Ізмаїл 1996-2018	15.12	26.10	26.01	06.03	14.02	10.04
Ізмаїл 1991-2020	16.12	16.10	06.02	10.03	30.01	22.04

На станції Одеса відбулося зміщення середньої дати появи снігу на пізніший термін – з 8 грудня у 1996-2018 рр. до 12 грудня у 1991-2020 рр. Найраніша дата зазнала змін з 5 до 2 листопада, тоді як найпізніша залишилась незмінною. Щодо сходу, середня дата зменшилася з 11 березня до 8 березня, найраніший схід у новому періоді фіксувався 9 січня, раніше 3 лютого, а найпізніший залишився незмінним. Це свідчить про незначне скорочення зимового періоду.

На південній станції Ізмаїл спостерігаються найменші зміни. Середня дата появи снігу практично не змінилася: 15 грудня (1996 -2018 рр.) і 16 грудня (1991-2020 рр.). Найраніша дата перенеслась з 16 до 26 жовтня, а найпізніша, зсунулася на з 26 січня до 6 лютого. Середня дата сходу зросла з 6 березня до

10 березня, що вказує на незначне подовження тривалості покриття. Найраніший схід стався раніше – 14 лютого замість 30 січня, а найпізніший – 22 квітня, що на 12 днів пізніше, ніж у дослідженому періоді.

Отже, провівши аналіз між двома періодами 1996-2018 рр. та 1991-2020 рр. можемо дійти висновку, що на всіх станціях спостерігається зсув дати появи снігу на ранішні терміни (особливо у північніших районах Любашівка, Роздільна) в кліматичній нормі, тоді як дата сходу снігу у більшості випадків стала також ранішньою або лишилася незмінною. Це свідчить про загальне скорочення тривалості снігового покриття, за винятком Ізмаїла, де період може незначно подовжуватись.

ВИСНОВКИ

В роботі проаналізовано розподіл снігового покриву в Одеській області, проведено порівняльний аналіз розподілу характеристик снігу за різні кліматичні періоди.

Максимум висоти снігу зафіксовано на станції Любашівка (59 см), мінімум – Сербка (28 см). Максимум серед середніх показників визначено також в Любашівці (11 см), мінімум з середніх – на станції Білгород-Дністровський (4 см).

В ході роботи проведено аналіз повторюваності висоти снігового покриву за градаціями. Найбільшу частоту має висота 1-5 см.

Наступний етап дослідження – розрахунок декадної висоти снігового покриву і аналіз її повторюваності на окремих станціях області. Для аналізу обрано станції Любашівка і Ізмаїл, що знаходяться на півночі і півдні регіону, Одеса і Роздільна – станції, що розташовані на узбережжі Чорного моря і вглиб континенту. Поява снігового покриву відбулася в Любашівці і Ізмаїлі в третій декаді жовтня, а схід снігового покриву виявлено в першій декаді квітня. Максимальні повторюваності декадної висоти спостерігаються в градації 0-5 см на обох станціях, найбільша градація висоти в Любашівці 46-50 см, в Ізмаїлі – 31-35 см. Пояснюємо такий розподіл розташуванням станцій на півночі і півдні області, а також відмінністю в показнику континентальності розташування станцій – Ізмаїл знаходиться в прибережній зоні. На відміну від переглянутих станцій поява снігового покриву в Одесі і Роздільній зафіксована на декаду пізніше – в першій декаді листопада. Максимальні повторюваності декадної висоти спостерігаються також в градації 0-5 см на обох станціях. Найбільші декадні висоти визначено в Одесі 16-20 см, в Роздільній – 26-30 см.

При дослідженні динаміки кліматичних показників снігового покриву за різні періоди можемо дійти висновку, що на всіх станціях спостерігається зсув дати появи снігу на більш ранні терміни (особливо у північніших районах

Любашівка, Роздільна) в кліматичній нормі, тоді як дата сходу снігу у більшості випадків стала раннішою або лишилася незмінною. Це свідчить про загальне скорочення тривалості снігового покриву в періоді дослідження, за винятком Ізмаїла, де залягання снігу може незначно подовжуватись.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Недострелова Л. В. Особливості формування снігового покриву на території центральної і південної України в умовах сучасних змін клімату: монографія. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 138 с.
2. Подолук Д. В., Недострелова Л. В. Аналіз просторово-часового розподілу снігового покриву в Одеському регіоні. Збірник наукових праць з матеріалами V Міжнародної наукової конференції «Інновації та науковий потенціал світу», м. Умань, 25 жовтня, 2024 р. С. 627-630. ISBN 978-617-8440-18-3
3. Недострелова Л. В., Подолук Д. В. Сніговий покрив і його вплив на перезимівлю озимих культур на півдні України в умовах потепління клімату. Відновлення природно-ресурсного потенціалу та стійкості екосистем: колективна монографія; за заг. ред. Т. О. Чайки. Полтава: Видавництво ПП «Астроя», 2023 р. С. 69-75.
4. Nedostrelova L. Dynamics of snow cover in the Kirovohrad region at the end of the XX and the beginning of the XXI centuries. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2021/30(1). Дніпро. С. 133-144.
5. 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.
6. Лебеденко А. І., Недострелова Л. В. Особливості часової мінливості снігового покриву на станціях Кіровоградської області. Вісник ГМЦ ЧАМ. 2018. № 2(22). С. 100-107.
7. Global and Regional Snow Cover Decline: 2000–2022 Stephen S. Young <https://www.mdpi.com/2225-1154/11/8/162> (дата звернення 10.02.2025)
8. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Випуск 3. Частина І. Метеорологічні спостереження на станціях. Державна гідрометеорологічна служба. Київ, 2011. 280 с.

9. https://ecology.od.gov.ua/wp-content/uploads/old-files/ecology_portal/doc/zviti/ekolog_chnij_pasport_2019_roku.pdf
(дата звернення 28.02.2025).
10. Школьний Є. П., Гончарова Л. Д., Миротворська Н. К. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. Одеса, 2000. 420 с.
11. Недострелова Л. В. Статистичні характеристики розподілу середньої висоти снігового покриву на території Одеської області. Вісник ГМЦ ЧАМ. 2009. №2(10). С. 85-88.
12. Недострелова Л., Лебеденко А. Дослідження просторової мінливості снігового покриву на території Кіровоградської області. Polish science journal. Warsaw. 2018. Issue 7. С. 18-26.
13. Врублевська О. О., Катеруша Г. П., Миротворська Н. К. Кліматична обробка окремих метеорологічних величин. Навчальний посібник. Одеса, «ТЕС», 2004. 150 с.
14. Недострелова Л. В. Кліматичні показники розподілу снігового покриву. Вісник ГМЦ ЧАМ. 2014. №2(17). С. 115-124.
15. Недострелова Л. В., Русінко С. М. Розподіл кліматичних характеристик снігового покриву на півдні України. Вісник ГМЦ ЧАМ. 2016. №1(19). С. 22-32.
16. Громенко Д. Є., Недострелова Л. В. Аналіз кліматичних параметрів снігового покриву на території Вінницької області. Вісник ГМЦ ЧАМ. 2019. № 23. С. 34-41.
17. Недострелова Л., Громенко Д. Дослідження повторюваності декадної висоти снігового покриву по декадах на території Вінницької області. Polish science journal. Warsaw. 2019. Issue 19. С. 16-22.
18. Недострелова Л., Лебеденко А. Характеристика кліматичних показників снігового покриву на території Кіровоградської області. Polish science journal. Warsaw. 2019. Issue 19. С. 23-28.

- 19.Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр.). Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ-ЦГО, Київ, 2006. Електронний ресурс.
- 20.Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1991-2020 рр.). Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ-ЦГО, Київ, 2021. Електронний ресурс.