

УДК 551.578.46

Л. В. Недострелова, канд. геогр. наук, доцент
Одеський державний екологічний університет,
кафедра метеорології та кліматології,
вул. Львівська, 15, Одеса, 65016, Україна
nedostrelova@rambler.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОЗПОДІЛУ СНІГОВОГО ПОКРИВУ ДЛЯ ПРИЧОРНОМОР'Я

В статті наведено результати розрахунків та аналіз статистичних характеристик розподілу снігового покриву: середнього значення, середнього квадратичного відхилення, коефіцієнтів асиметрії та ексцесу для території Українського Причорномор'я за період з 1996 по 2007 роки. Представлено та проаналізовано інтегральний розподіл середньої висоти снігового покриву.

Ключові слова: Українське Причорномор'я, висота снігового покриву, просторовий розподіл, статистичні характеристики, картограми

ВСТУП

Сніг активно впливає на суспільство та економіку в багатьох куточках світу. Визнаючи красу снігового покриву і його корисність для ентузіастів зимового спорту, все ж таки частіше ми розглядаємо сніг як небажану і дорогу заваду. Труднощі, пов'язані зі снігом, приймаються як непорушний фактор середовища проживання людини, а впливу снігу на господарство або його величезної цінності як природного ресурсу приділяється мало уваги. Вплив снігу на суспільство багатогранний і включає в себе складні фізичні, соціальні, економічні та психологічні аспекти. Протягом останнього десятиліття сніг, і в особливості снігові замети, завдали величезних збитків більшості 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 [2].

Протягом тривалого часу досліджуються особливості формування снігового покриву та його вплив на глобальний та регіональний клімат [8, 9, 10, 11]. Аналіз попередніх публікацій свідчить, що ця проблема не нова і її треба розглядати в умовах сучасних змін клімату. Першочерговим завданням є удосконалення розуміння про регіональні особливості формування снігового покриву. Вважаю доцільним для розв'язання такого завдання використати статистичні методи дослідження. Результати роботи дають можливість оцінити зміни регіонального клімату та представляють практичний інтерес для виявлення особливостей розподілу висоти снігового покриву для різних регіонів України.

Метою дослідження є встановлення особливостей розподілу висоти снігового покриву для території Українського Причорномор'я за період 1996-2007 роки. Для досягнення зазначеної мети здійснювалося розв'язання таких завдань:

- визначити середню висоту снігового покриву для досліджуваних станцій;
- розрахувати статистичні характеристики висоти снігового покриву: середнє значення, середній квадратичний відхил, коефіцієнти асиметрії та ексцесу;
- визначити просторову диференціацію статистичних параметрів снігового покриву;
- надати інтегральний розподіл середньої висоти снігового покриву.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В дослідженнях використовувалися дані щоденних спостережень за сніговим покривом на 25-ти метеорологічних станціях Херсонської, Миколаївської та Одеської областей за період з 1996 по 2007 роки. Спостереження за сніговим покривом на метеорологічних станціях України складаються з щоденних спостережень за зміною снігового покриву. Висота снігового покриву визначається на підставі вимірювань відстані від поверхні землі до поверхні снігового покриву. Щоденні вимірювання висоти снігового покриву відбуваються по трьох снігомірних рейках, які встановлюються на метеорологічному майданчику. Середню висоту снігового покриву дістають діленням сумарної висоти по трьох снігомірних рейках за одне спостереження на кількість рейок [4].

З теорії ймовірностей відомо, що властивості випадкових величин можуть характеризуватися початковими (ν), центральними (μ) та основними (r) моментами різних порядків (l). В гідрометеорологічних дослідженнях, як правило, використовуються перелічені моменти перших чотирьох порядків, які відбивають фізичні властивості процесів, що досліджуються [1, 3, 5, 6, 7]. За даними про середню висоту снігового покриву на 25 метеостанціях було розраховано статистичні характеристики: середнє арифметичне значення (\bar{X} , см), середній квадратичний відхил (S_x , см), коефіцієнт асиметрії (A_s) та коефіцієнт ексцесу (E).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати розрахунків статистичних характеристик середньої висоти снігового покриву наведено в табл. 1. З таблиці видно, що мінімальне значення \bar{x} спостерігається на станції Вілкове, а максимум простежується на станції Любашівка. Враховуючи значення S_x розраховуємо зміну середньої висоти снігового покриву в межах кожної станції. Так, для Білгород-Дністровського висота снігового покриву коливається від 1,15 до 7,57 см, станції Болград – від

Таблиця 1

**Статистичні характеристики середньої висоти снігового покриву
на станціях досліджених областей**

Станція	\bar{x} , см	S_x , см	A_s	E
ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ				
Любашівка	11,57	8,75	0,88	0,14
Затишшя	8,14	8,16	1,49	1,52
Сербка	7,51	6,20	1,50	2,40
Роздільна	7,45	6,7	1,21	0,36
Одеса	5,9	4,56	1,73	4,32
Іллічівськ	5,71	4,35	1,40	1,64
Білгород-Дністровський	4,36	3,21	1,60	1,68
Сарата	4,53	3,43	1,70	2,42
Болград	6,29	5,68	1,66	2,34
Вілкове	3,96	3,52	3,10	10,76
Ізмаїл	5,82	4,58	1,64	3,01
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСТЬ				
Первомайськ	8,36	7,03	1,14	0,58
Олександрівка	7,09	6,12	1,52	2,13
Вознесенськ	7,97	7,01	1,49	2,22
Баштанка	9,28	8,60	1,13	0,15
Миколаїв	5,43	4,33	1,51	1,64
Очаків	4,94	4,76	0,44	-1,01
ХЕРСОНСЬКА ОБЛАСТЬ				
Сірогози	6,94	8,62	2,10	3,65
Каховка	4,42	4,07	2,34	5,20
Херсон	7,46	9,02	1,97	2,95
Асканія	4,90	4,37	1,96	3,51
Бехтери	4,58	5,01	3,23	3,89
Генічеськ	4,64	3,41	1,46	1,33
Хорли	5,93	6,03	1,96	3,15
Стрілкове	4,21	2,95	1,80	3,40

0,61 до 11,97 см; станції Вілкове – від 0,42 до 7,48 см; станції Затишшя – від 0,02 до 16,3 см; станції Ізмаїл – від 1,03 до 10,4 см; станції Іллічівськ – від 1,36 до 10,06 см; станції Любашівка – від 2,82 до 20,32 см; станції Одеса – від 1,34 до 10,46 см; станції Роздільна – від 0,75 до 14,15 см; станції Сарата – від 1,1 до 7,96 см; станції Сербка – від 1,31 до 13,71 см. Мінімальне значення x на станціях Миколаївської області спостерігається на станції Очаків, а максимум спостерігався на станції Баштанка. Зміна середньої висоти снігового покриву для кожної станції Миколаївської області відбувається в межах: для станції Первомайськ – від 1,33 до 15,39 см, станції Олександрівка – від 0,97 до 13,21 см, станції Вознесенськ – від 0,96 до 14,98 см, станції Баштанка – від 0,68 до 17,88 см, станції Миколаїв – від 1,1 до 9,76 см, станції Очаків – від 0 до 9,7 см. З таблиці видно, що мінімальне значення x на станціях Херсонської області спостерігається на станції Стрілкове, а максимум простежується на станції Херсон. Зміна середньої висоти снігового покриву для кожної станції Херсонської області відбувається в межах: для станції Сірогози – від 0 до 15,56 см, станції Каховка – від 0,35 до 8,49 см, станції Херсон – від 0 до 16,48 см, станції Асканія – від 0,53 до 9,27 см, станції Бехтери – від 0 до 9,59 см, станції Генічеськ – від 1,23 до 8,05 см, станції Хорли – від 0 до 11,96 см, станції Стрілкове – від 1,26 до 7,16 см.

Коефіцієнт асиметрії має додатні значення на всіх станціях досліджених областей, що свідчить про правосторонню асиметрію. Коефіцієнт ексцесу на досліджуваних станціях додатний (за винятком станції Очаків). Отже, крива розподілу середньої висоти снігового покриву має витягнуту форму.

За даними про статистичні характеристики снігового покриву було побудовано картограми для виявлення просторового розподілу середнього арифметичного значення (\bar{X} , см), середнього квадратичного відхилу (S_x , см), коефіцієнтів асиметрії (A_s) та ексцесу (E) для території Причорномор'я. На рис. 1 представлено просторовий розподіл середнього значення висоти снігового покриву.

З рис. 1 видно, що найбільші значення середньої висоти спостерігаються в північній частині дослідженого регіону. Максимум має місце на станції Любашівка (15) Одеської області і дорівнює 11,57 см. Найменша висота снігового покриву спостерігається на станції Вілкове (24) Одеської області і становить 3,96 см. На карті виражено квазімеридіональний розподіл даного статистичного показника.

На рис. 2 представлено просторовий розподіл середнього квадратичного відхилу (СКВ) для висоти снігового покриву. З рисунку видно, що просторовий розподіл СКВ повторює розподіл середнього значення: найбільші значення спостерігаються на півночі, найменші – на півдні регіону дослідження. Ізолінії мають квазімеридіональну конфігурацію. На території Херсонської області даний статистичний показник має осередкову структуру: на станції Сірогози (31) СКВ становить 8,62 см, для Херсону – 9,02 см.

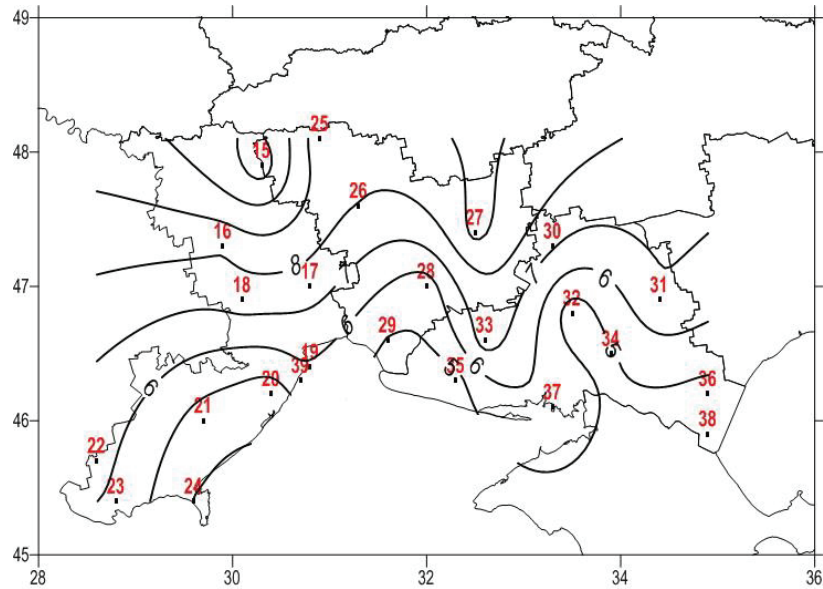


Рис. 1. Просторовий розподіл середнього значення висоти снігового покриву: 15-Любашівка, 16-Затишшя, 17-Сербка, 18-Роздільна, 19-Одеса, 20-Б-Дністровський, 21-Сарата, 22-Болград, 23-Ізмаїл, 24-Вілкове, 25-Первомайськ, 26-Вознесенськ, 27-Баштанка, 28-Миколаїв, 29-Очаків, 30-Олександрівка, 31-Сірогози, 32-Каховка, 33-Херсон, 34-Асканія, 35-Бехтери, 36-Генічеськ, 37-Хорли, 38-Стрілкове, 39-Чорноморськ

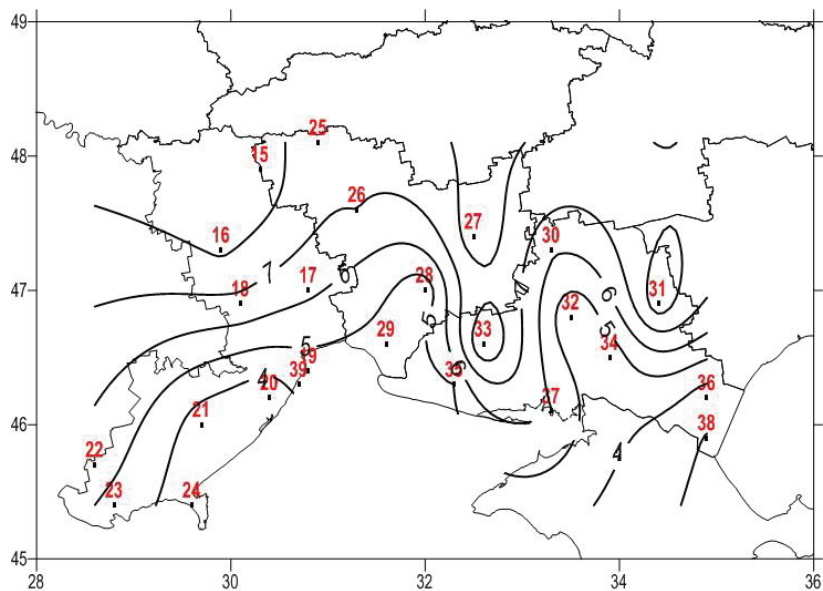


Рис. 2. Просторовий розподіл середнього квадратичного відхилення S_x висоти снігового покриву (назви станцій зазначено на рис. 1)

За даними розрахунків коефіцієнтів асиметрії та ексцесу було побудовано просторовий розподіл цих статистичних параметрів. Просторовий розподіл коефіцієнта асиметрії A_s представлено на рис. 3. Даний статистичний показник має осередкову структуру. На станції Очаків (29) спостерігається мінімальне значення асиметрії $A_s = 0,44$, на станції Бехтери (35) – максимальне – $A_s = 3,23$. Це пояснює великий градієнт показника на межі Херсонської та Миколаївської областей. Коефіцієнт асиметрії має додатні значення, тобто найбільш імовірні, середні висоти снігового покриву завжди менші, ніж їх середні значення.

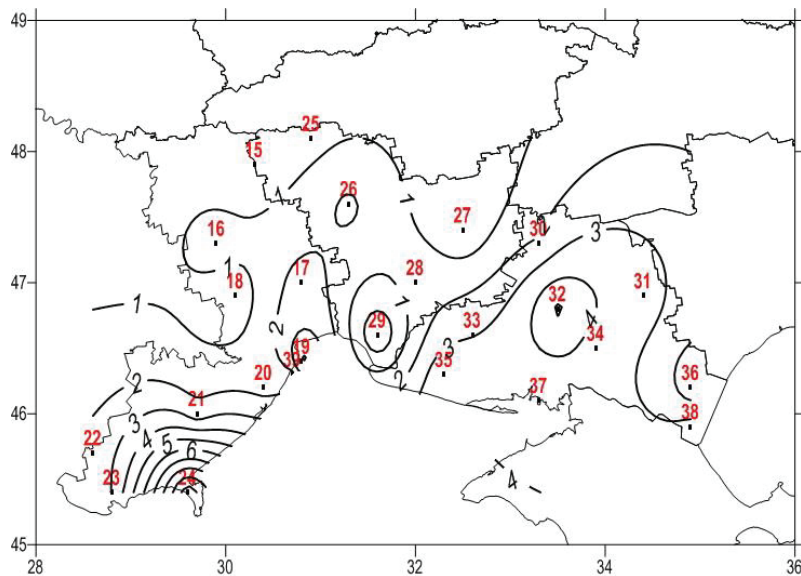


Рис. 3. Просторовий розподіл коефіцієнта асиметрії A_s висоти снігового покриву (назви станцій зазначено на рис. 1)

На рис. 4 наведено просторовий розподіл коефіцієнта ексцесу E . Дана статистична характеристика має також осередкову структуру. Коефіцієнт ексцесу має додатні значення для всіх станцій. Винятком є станція Очаків (29), де E дорівнює $-1,01$. Максимальне значення ексцесу спостерігається на станції Вілкове (24) і складає $10,76$ см.

За даними про повторюваність середньої висоти снігового покриву було побудовано інтегральний розподіл. Результати представлено в табл. 2. З таблиці видно, що на станціях Одеської та Херсонської областей більш ніж у 90% випадків спостерігається висота від 0 до 15 см, на станціях Миколаївської області таку повторюваність має висота від 0 до 20 см. Висота снігового покриву > 35 см спостерігається на 20-ти відсотках досліджених станцій. Найбільшу повторюваність має висота снігового покриву від 0 до 5 см.

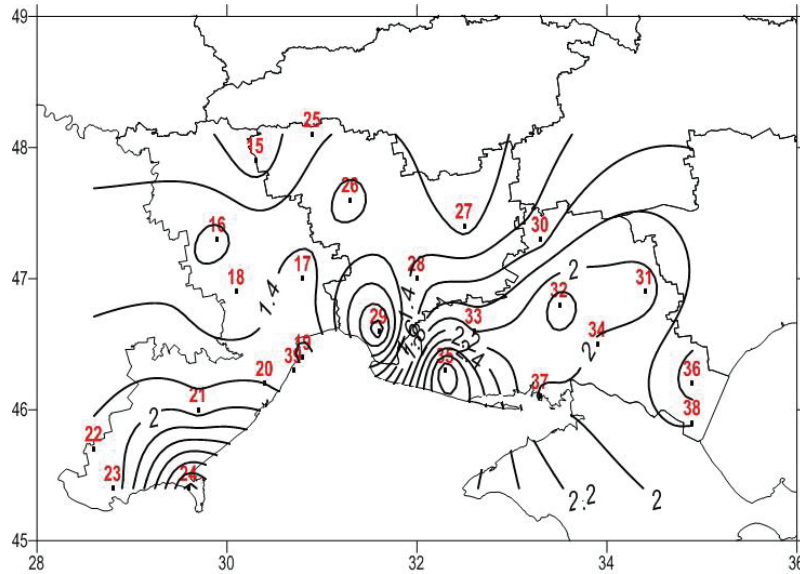


Рис. 4. Просторовий розподіл коефіцієнта ексцесу E висоти снігового покриву (назви станцій зазначено на рис. 1)

Таблиця 2

Інтегральний розподіл середньої висоти снігового покриву на станціях досліджених областей (%)

Інтервал	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	>35
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОДЕСЬКА ОБЛАСТЬ								
Любашівка	30	51	69	83	91	96	98	100
Затишшя	54	72	80	85	96	98	99	100
Сербка	45	76	86	96	99	99	100	100
Роздільна	54	73	81	93	97	99	100	100
Одеса	53	85	95	99	99	100	100	100
Іллічівськ	56	86	96	100	100	100	100	100
Білгород-Дністровський	71	92	99	100	100	100	100	100
Сарата	69	92	98	100	100	100	100	100
Болград	58	80	90	97	99	100	100	100
Вілкове	80	95	97	99	100	100	100	100
Ізмаїл	55	85	95	98	99	100	100	100

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
МИКОЛАЇВСЬКА ОБЛАСТЬ								
Первомайськ	45	66	81	91	97	99	100	100
Олександрівка	50	76	88	95	99	99	100	100
Вознесеньск	47	70	83	92	97	98	99	100
Баштанка	48	67	75	86	93	98	100	100
Миколаїв	61	87	95	100	100	100	100	100
Очаків	24	43	57	71	83	92	100	100
ХЕРСОНСЬКА ОБЛАСТЬ								
Сірогози	68	83	86	89	90	96	99	100
Каховка	77	90	96	99	100	100	100	100
Херсон	66	78	86	89	91	96	97	100
Асканія	71	87	95	99	100	100	100	100
Бехтери	78	92	94	99	99	99	100	100
Генічеськ	67	90	99	100	100	100	100	100
Хорли	66	84	91	94	98	100	100	100
Стрілкове	71	96	99	100	100	100	100	100

ВИСНОВКИ

1. Найбільші значення середньої висоти спостерігаються в північній частині дослідженого регіону. Максимум має місце на станції Любашівка Одеської області і дорівнює 11,57 см. Найменша висота снігового покриву спостерігається на станції Вілкове Одеської області і становить 3,96 см. На карті просторового розподілу виражено квазімеридіональну зміну даного статистичного показника.

2. Середній квадратичний відхил висоти снігового покриву коливається в межах 2,95–9,02 см. Найбільші значення спостерігаються на півночі, найменші – на півдні регіону дослідження. Ізолінії мають квазімеридіональну конфігурацію. На території Херсонської області даний статистичний показник має осередкову структуру.

3. Коефіцієнт асиметрії має додатні значення на всіх станціях досліджених областей, що свідчить про правосторонню асиметрію. Цей факт дає можливість зробити висновок, що модальні, тобто найбільш імовірні, середні висоти снігового покриву завжди менші, ніж їх середні значення.

4. Коефіцієнт ексцесу на досліджуваних станціях додатний (за винятком станції Очаків Миколаївської області). Це свідчить, що крива розподілу середньої висоти снігового покриву має витягнуту форму. Отже, висота снігового покриву має невеликий розкид відносно середнього арифметичного значення.

5. Просторовий розподіл коефіцієнтів асиметрії та ексцесу характеризується осередковою структурою.

6. На станціях Одеської та Херсонської областей більш ніж у 90% випадків спостерігається висота снігового покриву від 0 до 15 см, на станціях Миколаївської області таку повторюваність має висота від 0 до 20 см.

7. Висота снігового покриву > 35 см спостерігається у 20-ти відсотках досліджених станцій. Найбільшу повторюваність має висота снігового покриву від 0 до 5 см на всіх станціях регіону дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Виленкин С. Д. Статистическая обработка результатов исследований случайных функций [Текст] / С. Д. Виленкин. – М.: Энергия, 1979. – 135 с.
2. Грей Д. М., Мэйл Д. Х. Снег. Справочник [Текст]: пер. с англ. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 751 с.
3. Исаев А. А. Статистика в метеорологии и климатологии [Текст] / А. А. Исаев. – М.: Изд. МГУ, 1988. – 120 с.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть I [Текст] / под ред. Г. И. Слабкович. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 301 с.
5. Недострелова Л. В. Статистичні характеристики розподілу середньої висоти снігового покриву на території Одеської області [Текст] / Л. В. Недострелова // Вестник ГМЦ ЧАМ. – 2009. – №2(10). – С. 85–88.
6. Школьный С. П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ) [Текст]: навч. посібник / С. П. Школьный, Л. Д. Гончарова, Н. К. Миротворська. – О.: ТЕС, 2000. – 420 с.
7. Школьный С. П. Обработка та анализ гидрометеорологической информации [Текст] / С. П. Школьный, Л. Д. Лосева, Л. Д. Гончарова. – О.: ТЕС, 1999. – 600 с.
8. Bagnold R. A. The physics of blown sand and desert dunes [Text] / R. A. Bagnold. – L.: Methuen and Co., 1941. – 268 p.
9. Kung E. C. Study of continental surface albedo on the basis of flight measurements and structure of the earth's surface cover over North America [Text] / E. C. Kung, R. A. Bryson and D. J. Lenschow // Mon. Weather Rev. – 1964. – Vol. 92. – P. 543–564.
10. Radok U. Snow drift [Text] / U. Radok // J. Glaciol. – 1977. – Vol. 19. – P. 123–129.
11. Schmidt R. A. Jr. Sublimation of wind-transported snow-A model. Res. Rap. RM-90, USDA For. Serv., Rocky Mtn. For. and Range Expt. Stn., Fort Collins, Colo. 1972.

REFERENCES

1. Vilenkin, S. D. (1979), *Statisticheskaya obrabotka rezultatov issledovaniy sluchaynykh funktsiy* [Statistical processing of the results of studies of random functions], Moscow: Energiya, 135 p.
2. Grey, D. M., Meyl, D. Kh. (1986), *Sneg. Spravochnik*. Per. s angl. [Handbook of snow. Trans. from Eng.], Leningrad: Gidrometeoizdat, 751 p.
3. Isaev, A. A. (1988), *Statistika v meteorologii i klimatologii* [Statistics in meteorology and climatology], Moscow: Izd. MGU, 120 p.
4. Slabkovich, G. I. ed. (1985), *Nastavlenie gidrometeorologicheskim stantsiyam i postam. Vypusk 3, chast I* [Manual of hydrometeorological stations and posts. Issue 3, Part I], Leningrad: Gidrometeoizdat, 301 p.
5. Nedostrelova, L. V. (2009), *Statistichni karakteristiki rozpodilu serednoyi visoti snigovogo pokrivu na teritoriyi Odeskoyi oblasti* [Statistical characteristics of the distribution of the average height of snow cover in the Odessa region], *Vestnik GMTs ChAM*, №2(10), pp. 85–88.

6. Shkolniy, E. P., Goncharova, L. D., Mirotvorska, N. K. (2000), *Metodi obrobki ta analizu gidrometeorologichnoyi informatsiyi (zbirnik zadach i vprav)* [Methods of processing and analyzing hydrometeorological information (collection of tasks and exercises)], Odessa: TES, 420 p.
7. Shkolniy, E. P., Loeva, I. D., Goncharova, L. D. (1999), *Obrobka ta analiz gidrometeorologichnoyi informatsiyi* [Processing and analysis of hydrometeorological information], Odessa: TES, 600 p.
8. Bagnold, R. A. (1941), *The physics of blown sand and desert dune*, L.: Methuen and Co., 268 p.
9. Kung, E. C., Bryson, R. A. and Lenschow, D. J. (1964), Study of continental surface albedo 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.
10. Radok, U. (1977), Snow drift, *J. Glaciol.*, vol. 19, pp. 123–129.
11. 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, Colorado, 24 p.

Надійшла 08. 04. 2017

Л. В. Недострелова, канд. геогр. наук, доцент
Одесский государственный экологический университет,
кафедра метеорологии и климатологии,
ул. Львовская, 15, Одесса, 65016, Украина
nedostrelova@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ДЛЯ ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Резюме

В статье представлены результаты расчетов и анализ статистических характеристик распределения снежного покрова: среднего значения, среднего квадратического отклонения, коэффициентов асимметрии и эксцесса для территории Украинского Причерноморья за период с 1996 по 2007 годы. Сделан анализ интегрального распределения средней высоты снежного покрова.

Ключевые слова: Украинское Причерноморье, высота снежного покрова, пространственное распределение, статистические характеристики, картограммы

L. V. Nedostrelova
Odessa State Environmental University,
Department of Meteorology and Climatology,
Lvovskaya St., 15, Odessa, 65016, Ukraine
nedostrelova@rambler.ru

INVESTIGATION OF STATISTICAL CHARACTERISTICS OF DISTRIBUTION OF SNOW COVER FOR THE BLACK SEA COAST

Abstract

Problem Statement and Purpose. Snow influences on society and the economy in many parts of the world. The difficulties associated with snow is accepted as an immutable factor in human environment and the impact of snow on the farm or huge

value of snow as a natural resource is given little attention. Aim of the study is to determine the features of the distribution of snow over the Ukrainian Black Sea area in the 1996-2007 period. In order to achieve this goal solving of issues such as determining the average snow depth for the stations in question; calculating the statistical characteristics of the snow cover (mean, mean square deviation, asymmetry and excess coefficients); defining the spatial distribution of statistical parameters of snow cover with the construction of cartograms; providing integrated distribution of the average height of snow cover, is carried out.

Data & Methods. Processing and analysis of random variables is carried out using special methods of mathematical statistics. In studies data of daily observation of snow cover in weather stations Kherson, Mykolaiv and Odessa regions are used for the period from 1996 to 2007.

Results. The average snow depth varies from 3.96 to 11.57 cm. Mean square deviation ranges from 2.95-9.02 cm. The spatial distribution of these statistical parameters is Quasi-meridian configuration. Asymmetry coefficient has positive values at all stations area in question, indicating the right-asymmetry. Therefore, it is possible to conclude that the modal average snow depths, that is, most likely ones, is always lower than their averages. Excess factor in the stations in question is positive. This indicates that the curve of distribution of average height of snow cover has an elongated shape. Thus, the height of the snow cover is relatively little variation arithmetic average. The integral distribution of snow cover indicates that the maximum number of times the average height of snow falls on a ranking from 0 to 5 cm; Average snow depth at almost all stations in more than 90% of cases occur in 0-20 cm graduation.

Keywords: Ukrainian Black Sea Coast, the height of snow cover, statistical characteristics, spatial distribution, cartograms