

УДК 551.524.3

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ В УЧБОВОМУ МІСТЕЧКУ «ДОКУЧАЄВСЬКЕ»

**Масленніков Д.І., к. фіз.-мат. н., доцент**  
**Масленнікова В.В., канд. ек. наук, доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено результати аналізу середньої висоти снігового покриву на метеорологічній станції Рогань (дослідне поле ДБТУ) за період спостережень з 1968 по 2019 рр. Встановлено, що середня висота снігового покриву протягом 52 років має тенденцію до зменшення на фоні періодичних коливань.*

Зміна клімату - це одна з найбільш значущих проблем у сфері охорони природного середовища і збалансованого природокористування. Причина зміни клімату лежить в площині збільшення впливу техногенних факторів, які ведуть до порушення природної рівноваги всієї кліматичної системи. А це в свою чергу веде до зміни метеорологічних величин, збільшення повторюваності виникнення атмосферних явищ. У зв'язку з глобальними змінами клімату охорона природного середовища розглядається як на національному так і міжнародному рівнях. Запас води у ґрунті прямо пропорційний висоті снігового покриву. А від запасу води залежить швидкість і величина сходів, отже, і майбутня врожайність.

**Метою** даного дослідження є аналіз зміни середньої висоти снігового покриву на МС Рогань (дослідне поле університету) за період спостережень з 1968 по 2019 рр. В ході досліджень застосований метод ковзного середнього, кореляційного і регресивного аналізів, графічний і картографічний методи. З їх допомогою виявлено просторово-часова мінливість середньої річної температури повітря.

Проблеми клімату вивчають багато вчених. Мікрокліматичні дослідження розпочати ще в 50-х роках, багато приділяється уваги їм і в сучасній Україні [1,2]. У 2016 році була запропонована математична модель середньорічної температури повітря на МС Рогань [3].

**Результати досліджень.** Для встановлення динаміки середньої висоти снігового покриву на метеорологічній станції Рогань (дослідне поле університету) аналізувалися часові ряди висоти снігового покриву за період з 1968 по 2019 рр. Дані наведені в таблиці 1.

Оцінка кліматичних трендів проводилася методами кореляційного і регресійного аналізів. Був знайдений коефіцієнт кореляції між середніми висотами снігового покриву і часом в роках,  $r=-0,50$ . Знайдено рівняння прямої лінії регресії

$$x=-0,258t+20,076, \quad (1)$$

де  $x$ -відповідна середня висота снігового покриву, см,  $t$ -час у роках, причому 1968 вважається першим.

Таблиця 1 – Середня висота снігового покриву, см, МС Рогань (дослідне поле

ХНАУ)

Рік	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Середня висота, см	19,3	2,0	39,8	13,2	7,3	4,8	5,1	4,9	39,1
Рік	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Середня висота, см	33,6	31,6	44,8	20,8	5,3	12,8	4,8	18,3	16,3
Рік	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Середня висота, см	5,8	42,6	11,6	9,3	5,8	10,4	10,7	11,1	12,5
Рік	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Середня висота, см	9,8	26,1	9,9	10,6	9,8	16,3	7,9	6,8	15,7
Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Середня висота, см	8,1	7,6	20,4	3,5	7,0	6,8	12,8	9,1	5,3
Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Середня висота, см	6,7	3,9	8,0	13,1	12,5	7,6	3,3		

У формулі (1) коефіцієнти показують, що в середньому за рік протягом 52 спостережуваних років середня висота снігового покриву зменшувалась на 0,258 см. В цілому за період інструментальних спостережень з 1968 по 2019 рр. середня висота снігового покриву зменшилась на 13,4 см.

У ході дослідження було проаналізовано відхилення значень, розрахованих за рівняннями регресії від вимірних середніх висот снігового покриву. Динаміка змін середніх висот снігового покриву повторює періодичні коливання. Тому було проведено апроксимація вище зазначених відхилень методом найменших квадратів. Як шукана була обрана тригонометрична функція

$$\Delta x = (at+b)\sin\omega t + (ct+d)\cos\omega t, \quad (2)$$

де  $\Delta x$  - відхилення середньої висоти снігового покриву від трендових значень, (рівняння (1)),  $\omega = 2\pi/T$  - циклічна частота,  $T$  – період коливань,  $a, b, c$  і  $d$  - постійні коефіцієнти,  $t$  – час у роках, причому 1968 вважається першим.

Обчислення показують, що найкраще відхилення середніх висот снігового покриву від прямої лінії регресії описують коливання з періодом  $T = 9$  років, а коефіцієнти функції (2) при цьому мають такий вигляд:

$$\Delta x = (-0,238t+10,605)\sin 0,698t + (-0,105t+3,748)\cos 0,698t. \quad (3)$$

Об'єднуючи формули (1) та (3), отримаємо остаточну математичну модель

$$x = -0,258t + 20,076 + (-0,238t+10,605)\sin 0,698t + (-0,105t+3,748)\cos 0,698t. \quad (4)$$

На рис. 1 наведено порівняльні значення вимірної середньої висоти

снігового покриву, теоретичної, розрахованої за формулою (4) та розрахованої за рівнянням прямої лінії регресії (1).

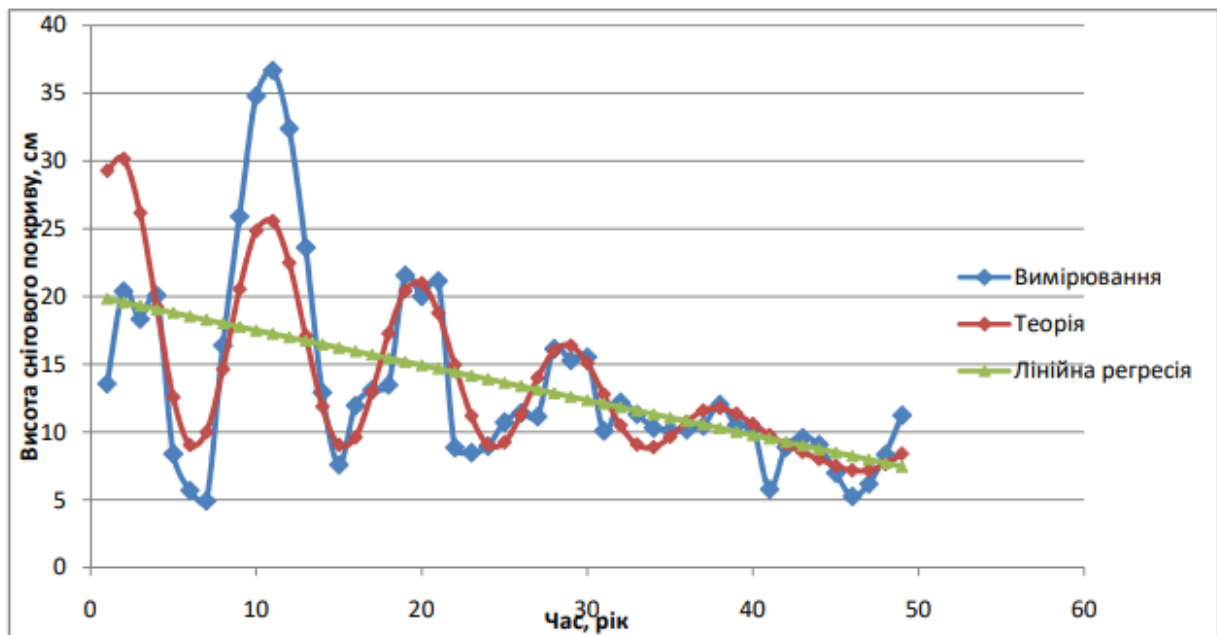


Рисунок 1 – Порівняльні значення середньої висоти снігового покриву

**Висновки.** Тепловий стан атмосфери – це один із складових кліматичної системи, що характеризується температурним режимом. Так, на метеорологічній станції Рогань (дослідне поле університету) спостерігається збільшення середньої річної температури повітря [3], що спричиняє зменшення середньої висоти снігового покриву. З'ясовано, що в середньому за рік протягом 52 років середня висота снігового покриву на дослідному полі ДБТУ, селище Докучаєвське Харківської області) зменшувалась на 0,258 см. У цілому за період інструментальних спостережень з 1968 по 2019 гг. середня висота снігового покриву зменшилась на 13,4 см.

#### Список використаних джерел:

1. Бабіченко В.М. Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$ ) в умовах сучасного клімату/ В.М. Бабіченко, Н.В. Ніколаєва, С.В. Рудишина, Л.М.Гущина //Укр. географічний журнал – 2009. –№9. – с. 25 – 35.
2. Решетченко С.І. Зміна температурного режиму на території Харківської області/ С.І. Решетченко, Т.Г. Ткаченко, О.Г. Лисенко // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Вип. 43, сер. Геологія. Географія. Економіка. – 2015.– С. 153 – 159.
3. Maslennikov D.I. Mathematical model of the microclimatic peculiarities in temperature conditions./ Maslennikov D.I., Tkachenko T.G., Wybrane zagadnie niarolnictwa i ekologii, Monografia, University of Opole, (Польща), 2016, P.72-80.