

*Г. В. Ляшенко, д-р геогр. наук,
Е. Б. Мельник, канд. с.-г. наук,
В. І. Суздолова, наук. спів.*

Національний науковий центр
«Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова»,
Україна

ТРЕНДИ ПОКАЗНИКІВ РЕСУРСІВ ТЕПЛА І ВОЛОГИ В ЦЕНТРАЛЬНИХ РАЙОНАХ ВІНОГРАДАРСТВА ПІВНІЧНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

Виконано аналіз результатів розрахунку ресурсів тепла і вологи по десятиріччях з 1946 по 2014 рр. у розрізі теплої й холодної періодів на території центральних районів Північного Причорномор'я. Як показники ресурсів тепла і вологи розглядаються традиційні сума активних температур повітря за період з середньодобовою температурою вище 10 °С і кількість опадів. Виявлено особливості коливань ресурсів тепла і вологи та встановлено їх тренди на найближчі роки.

Ключові слова: ресурси тепла і вологи, кількість опадів, сума активних температур, статистичні характеристики, динаміка і тренди показників.

Вступ. В останні два десятиріччя майже все людство проявляє інтерес до такої важливої теми, як зміна клімату. Звичайно, найбільше ці питання хвилюють як безпосередньо кліматологів, так і науковців, які займаються проблемами кліматичного забезпечення сільськогосподарської галузі – агрокліматологів і самих аграріїв.

Відмітимо, що вказана проблема не нова – її обговорювали ще в першій половині двадцятого століття, але в наші роки зміни клімату знаходять підтвердження у зміні ландшафтів і меж природних зон [1, 2, 5]. Це стосується як танення льодовиків, так і просування в високі широти природних зон Напівпустелі і Пустелі.

Прикладний аспект зміни клімату стосовно до сільськогосподарської галузі пов'язаний з розміщенням культур, який визначається як принциповою можливістю вирощування культур за агрокліматичними ресурсами (ресурсами світла, тепла і вологи) та лімітуючими агрокліматичними факторами (морозо- і заморозконебезпечністю), так і рівнем забезпеченої агрокліматичними ресурсами продуктивності (насамперед, врожайності культур і якості продукції). Таким чином, можлива, у зв'язку із зміною клімату, зміна загальних агрокліматичних ресурсів, яка безпосередньо вплине як на межі поширення різних груп культур, так і на рівень їх продуктивності.

Нами в попередні 10 років вже досліджувалися певні питання зміни умов теплозабезпеченості і лімітуючих агрокліматичних факторів (морозо-, заморозко-небезпечності і посушливості) в Північному Причорномор'ї України стосовно до виноградарської галузі [3, 4, 6]. Представляє інтерес оцінка динаміки і тренду ресурсів тепла і вологи по десятиріччях за останні 70-80 років.

Метою даної роботи є розрахунок показників ресурсів тепла і вологи, аналіз і сумісна оцінка статистичних характеристик, динаміки і трендів показників ресурсів тепла і вологи по десятиріччях за період з 1946 по 2014 рр. в центральних районах Північного Причорномор'я.

Матеріали і методи. Вихідною інформацією для досліджень слугували матеріали спостережень опорного метеорологічного пункту «Сухий лиман», розташований на території ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», за температурою повітря і кількістю опадів впродовж року за період з 1946 по 2014 рр.

Теплові ресурси території оцінювалися за класичним показником – сумою середньодобових температур повітря за період з температурою вище 10 °С. Кількість опадів розраховувалося за теплий і холодний період (відповідно за період з температурою вище і нижче 10 °С, а за календарем – квітень–жовтень і листопад–березень). Розрахунки

виконувалися за добовими даними, що зумовлюють найбільшу точність одержаних результатів.

Для розрахунків використовувалися методи статистичного аналізу стандартних програм «Статистика» і «Excel». Динаміка і тренд показників досліджувалися в цілому за період з 1945 по 2014 рік, а статистичні характеристики розраховувалися за двома варіантами. В першому варіанті розрахунки здійснювалися та оцінювалися статистичні характеристики цих показників у розрізі окремих кліматичних періодів, а в другому – по окремих десятиріччях, тобто за 1945-1954, 1955-1964 рр. і так до 2005-2014 рр.

При аналізі часових рядів метеорологічних і агрометеорологічних показників застосовувався метод найменших квадратів. За цим методом усі спостереження ряду мають однакову вагу. Головне завдання полягає у визначенні лінійної залежності двох змінних величин, загальний вигляд рівняння якої $y = ax + b$. Коефіцієнти регресії (параметри) рівняння визначають як через r , σ_x і σ_y , так і при рішенні системи рівнянь.

Якщо характер розташування точок на кореляційному полі показує прямолінійний зв'язок, теоретична лінія регресії описується виразом $y = ax + b$. Параметри a і b , характерні для даної лінії регресії, невідомі. Із безлічі множин прямих ліній, які можна провести на площині по точках кореляційного поля, слід вибрати одну, що найкращим чином відповідає експериментальним даним.

На кореляційному графіку зв'язку за одного й того ж значення x маємо декілька значень y . Щоб пряма лінії регресії найближче усього підходила до точок, необхідно визначити найменші відхилення ординат різних точок від даної прямої. Але відхилення ординат точок від прямої можуть бути додатні і від'ємні, в залежності від того, де розташовані точки – вище чи нижче прямої. Можливий такий випадок, коли сума відхилень $\sum(y_i - \Delta yx)$ буде дуже малою через різницю знаків, а точки будуть розташовуватися далеко від прямої. Щоб уникнути цього і виключити вплив знаків відхилень, достатньо відшукати найменші значення не суми відхилень $\sum(y_i - \Delta yx)$, а суми квадратів відхилень $\sum(y_i - \Delta yx)^2$.

Таким чином, для пошуку кращої прямої лінії регресії і рівняння регресії даного кореляційного поля необхідно, щоб

$$\sum(y_i - \Delta yx)^2 = \min, \quad (1)$$

тобто сума квадратів відхилень фактично ординат (y_i) від ординат, обчислених за рівнянням прямої (Δyx), повинна бути найменшою.

Формула (1) носить назву основної умови найменших квадратів, а метод пошуку параметрів рівняння, який базується на цій умові, називається методом найменших квадратів.

У випадку визначення лінії трендів динамічних рядів величина x_i характеризує послідовність років, які нумерують від реперного року, починаючи з одиниці. В разі складності динамічного ряду величин тренди можуть описуватися за допомогою функцій поліномів різного ступеню, степеневі та логарифмічної функції. Точність вибору рівнянь регресії, які описують тренд, визначається за допомогою величини достовірності апроксимації.

Основними характеристиками величин показників агрокліматичних ресурсів є середнє (багаторічне) значення X , середнє квадратичне відхилення σ і коефіцієнт варіації C_v , які розраховуються за формулами:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2)$$

де x_i – член ряду (окремі значення),

n – число членів ряду (період спостережень)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (3)$$

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (4)$$

Важливо визначити похибку середніх значень, яка залежить від багатьох факторів і, насамперед, від мінливості самої метеорологічної величини та періоду осереднення. Середня квадратична похибка середнього арифметичного значення визначається за формулою:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

За допомогою цих даних можна оцінити точність середніх значень для заданого числа років і середнього квадратичного відхилення, а також визначити період спостережень (років), необхідний для одержання середніх значень з відповідною похибкою.

Результати досліджень. З точки зору поширення виноградників та ефективності виноградарської галуззі в Україні дослідженню динаміки ресурсів тепла і вологи в Північному Причорномор'ї за останнє століття надається велике значення. Саме на основі такого аналізу можна визначити тренд, який буде характеризувати умови майбутніх 30-50 років.

Було виконано розрахунки статистичних характеристик ресурсів тепла і вологи в цілому за період з 1946 по 2015 рр, по десятиріччях 70-річного періоду (1945-1954, 1955-1964, ... 2005-2014 рр.) і за кліматичні періоди 1961-1990 і 1991-2005 рр. Показником ресурсів тепла взято суму середньодобових температур повітря за період з температурами вище 10 °С, а ресурсів вологи – сумарну кількість опадів за цей же період і за холодну пору року.

Представляє інтерес зміна суми температури повітря за період з температурами вище 10 °С впродовж окремих значних часових періодів: 1945-2014, 1961-1990 і 1991-2014 рр. (табл.1). Середні за вказані часові періоди відповідно склали 3340, 3240 і 3530 °С. Наочно видно збільшення сум температур за останні 25 років, порівняно із періодом 1961-1990 рр., майже на 300 °С. В цілому ж за 1945-2014 рр. сума температур порівняно із холодним періодом 1961-1990 рр. зросла на 100 °С. Цікаво, що збільшилися за вказаними періодами як максимальні, так і мінімальні суми температур, а коефіцієнт варіації сум температур майже не змінився.

Таблиця 1

Статистичні характеристики сум температур повітря і опадів теплого і холодного періодів за 1945-2014, 1961-1990 і 1991-2015 рр.

Статистичні характеристики	Суми температур			Кількості опадів за					
				теплий період			холодний період		
	1946-2015	1961-1990	1991-2015	1946-2015	1961-1990	1991-2015	1946-2015	1961-1990	1991-2015
серед.	3340	3240	3530	265	265	285	165	180	175
макс.	4230	3630	4230	487	474	487	286	286	248
мін.	2775	2775	3040	88	88	172	27	29	76
б	271	234	255	78	72	82	62	66	45
C_v	8,1	7,2	7,2	29	27	29	37	37	26

Кількість опадів теплового періоду в середньому за 1961-1990 і 1991-2015 рр. збільшилася на 20 мм, а холодного періоду – майже не змінилася. Максимальна величина кількості опадів за ці періоди в теплий період не змінювалася. В холодний період кількість опадів в період 1991-2015 рр. зменшилася від 286 до 245 мм. Мінімальна величина кількості опадів збільшилася майже вдвічі – від 88 до 172 мм в теплий період і від 27-29 до 76 мм – в холодний період.

Велике значення для встановлення закономірності змін ресурсів тепла і вологи в Північному Причорномор'ї є аналіз цих змін поступово по десятиріччях і методом поступового накопичення. Так, в табл.2 представлено результати розрахунку зміни статистичних характеристик основних показників ресурсів по десятиріччях з 1945 по 2014 рр. Наочно видно зменшення середніх сум температур з 1945 по 1984 рр. з наступним їх збільшенням до 2014 р. Так, порівняно із 1975-1984 рр. в 2006-2014 рр. середня сума температур збільшилася на 510 °С, а максимальна і мінімальна суми – майже на 600 і 700 °С. Середнє квадратичне відхилення «сигма» і коефіцієнт варіації по десятиріччях також значно змінювалися.

Найменшою стійкістю по десятиріччях характеризується величина кількості опадів, причому в холодний період ця стійкість найнижча (табл. 2б і 2в). Так, середнє квадратичне відхилення кількості опадів в теплий період по десятиріччях коливається в межах 58-95 мм за середніх величин 225-314 мм. Коефіцієнт варіації коливається від 22 до 40%. В холодний період середнє квадратичне відхилення змінювалося від 27 до 68 мм за середніх величин 119-190 мм, а коефіцієнт варіації – від 15 до 52%.

Для визначення майбутнього виноградарства важлива детальна оцінка динаміки і трендів основних показників ресурсів тепла і вологи. На рис.1 представлена гістограма сум температур по десятиріччях з 1945 по 2014 рр. Крива тренду апроксимована поліномом другого ступеню. Причому, величина достовірності апроксимації становить 0,93, що свідчить про високу ступінь точності.

На рис.2 представлена гістограма сум температур, які були визначені по десятиріччях методом накопичення. Крива тренду не проведена, тому що на графік нанесено також суми температур у розрізі кліматичних періодів (останні два стовбці). Проте наочно видно, що тренд також з високим ступенем точності можна було б апроксимувати поліномом другого ступеню.

Кількість опадів, визначених у розрізі десятиріч (1945-1954 рр., 1955-1964 рр., 1965-1974 рр., 1975-1984 рр., 1985-1994 рр., 1995-2004 рр. і 2005-2014 рр.) представлено на рис.2 у вигляді гістограми. Навіть апроксимація тренду простою лінійною функцією свідчить про високу достовірність результатів. Причому наочно видно збільшення кількості опадів як теплового, так і холодного періодів. Продовжуючи криву та пряму функцій на рис.1 і 2 на певний рік, можна визначити суму температур і кількості опадів на будь-яке десятиріччя майбутніх років. Також можна визначити ці величини на майбутні десятиріччя, підставляючи у рівняння.

Таблиця 2

Статистичні характеристики сум накопичених температур і кількості опадів по десятирічкам за 1945-2014 рр.

а) суми температур

IV - X	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-04	05-14
серед.	3305	3250	3270	3190	3235	3425	3700
макс.	3590	3580	3630	3735	3585	3695	4230
мін.	2945	2950	2870	2775	2700	3040	3410
б	189	205	236	244	262	187	226
<i>Cv</i>	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,05	0,06

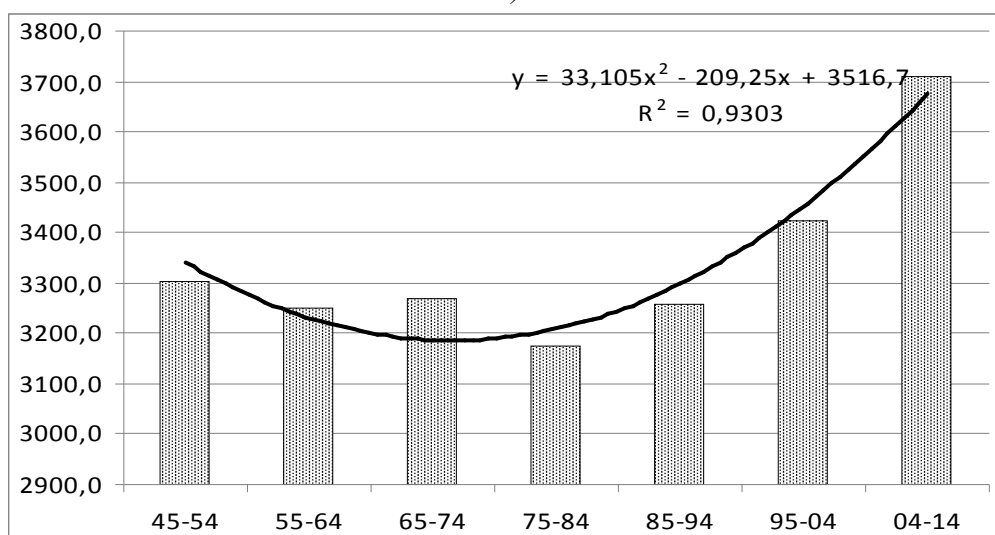
б) кількість опадів за теплий період

IV - X	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-04	05-14
серед.	225	237	293	275	268	314	254
макс.	326	397	474	379	338	487	420
мін.	137	88	238	179	161	196	172
б	58	95	63	63	59	88	74
<i>Cv</i>	0,26	0,40	0,22	0,23	0,22	0,28	0,29

в) кількість опадів за холодний теплий період

IV - X	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-04	05-14
серед.	119	160	190	188	131	186	175
макс.	234	285	286	257	222	247	248
мін.	27	34	93	55	29	146	108
б	62	66	68	59	56	27	39
<i>Cv</i>	0,52	0,41	0,36	0,31	0,43	0,15	0,22

а)



б)

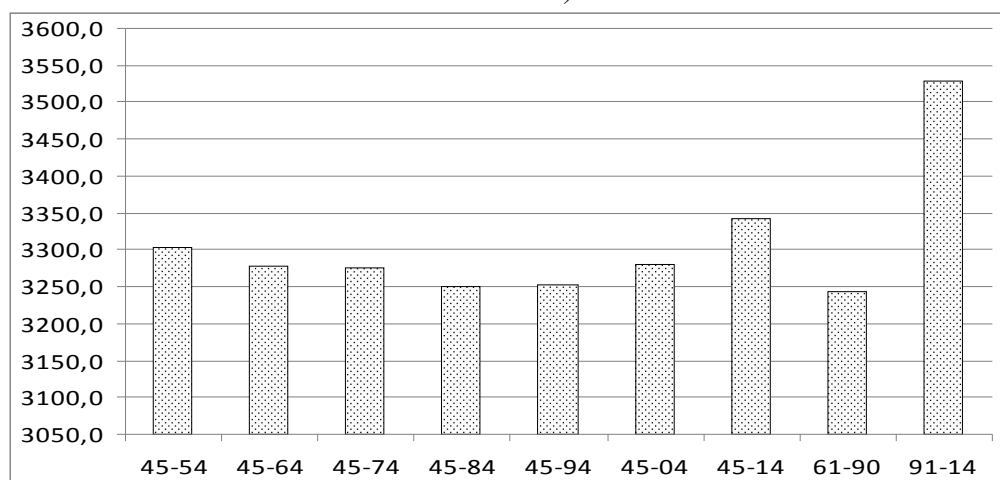


Рис.1. Часова мінливість сум температур по десятиріччях:
а) послідовно; б) методом накопичення

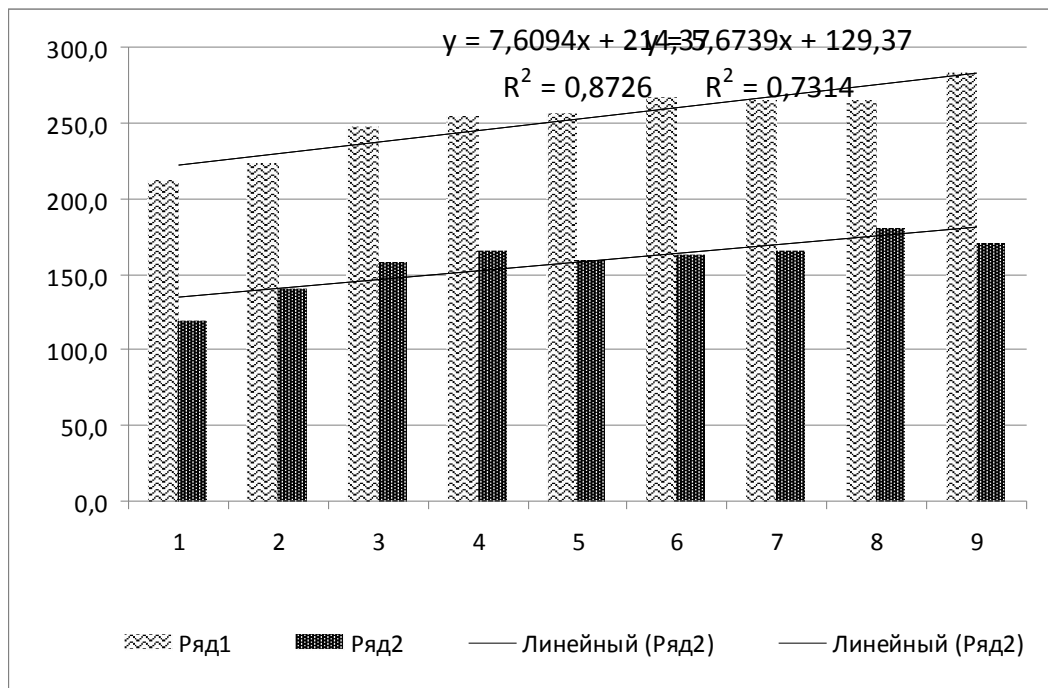


Рис.2. Часова мінливість кількості опадів теплового і холодного періодів у розрізі десятиріч: 1 – 1945-1954 рр.; 2 – 1955-1964 рр.; 3 – 1965-1974 рр.; 4 – 1975-1984 рр.; 5 – 1985-1994 рр.; 6 – 1995- 2004 рр.; 7 – 2005-2014 рр.; 8 – 1961-1990 р.; 9 – 1991-2014 рр.

І, звичайно, традиційний підхід до визначення трендів базується на аналізі щорічних даних. На рис. 3 і 4 представлено гістограми сум температур і кількості опадів за 70 років (з 1945 по 2014 роки). Наочно видно складний характер щорічних даних сум температур і кількості опадів, що ускладнює апроксимацію функцій. Про це свідчить й низька точність кривих трендів щорічних даних.

Висновки

Проведені на прикладі окремої території Центральних районів Північного Причорномор'я дослідження виявили закономірності динаміки і тренду показників ресурсів тепла і вологи за останні 70 років. Оцінено величини цих показників за окремі десятиріччі і кліматичні періоди та встановлено тренди їх зміни. Одержані рівняння тренду дозволяють розрахувати ці величини на найближчі десятиріччя.

Використані джерела

1. Агрокліматичний атлас України / під ред. Т. І. Адаменко, А. Л. Прокопенко. – К., 2011. – 178 с.
2. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / під ред. С. М. Степаненко, А. М. Польового. – Одеса: ТЕС, 2015. – С. 5-10, 435-450.
3. Ляшенко Г. В. Оцінка мінливості агрокліматичних умов вегетаційного періоду і адаптивних реакцій винограду у зв'язку із зміною клімату / Г. В. Ляшенко, Е. Б. Мельник, В. І. Суздальова // Виноградарство і виноробство: міжв. тем. наук. зб. – Одеса: Optimum, 2007. – Вип. 44. – С. 59-67.
4. Ляшенко Г. В. Оцінка впливу зміни агрокліматичних умов на формування продуктивності технічних сортів винограду в Північному Причорномор'ї / Г. В. Ляшенко, Т. С. Жигайло // Вісник Одеського державного екологічного університету. – Одеса, 2014. – Вип. 18. – С. 93-101.

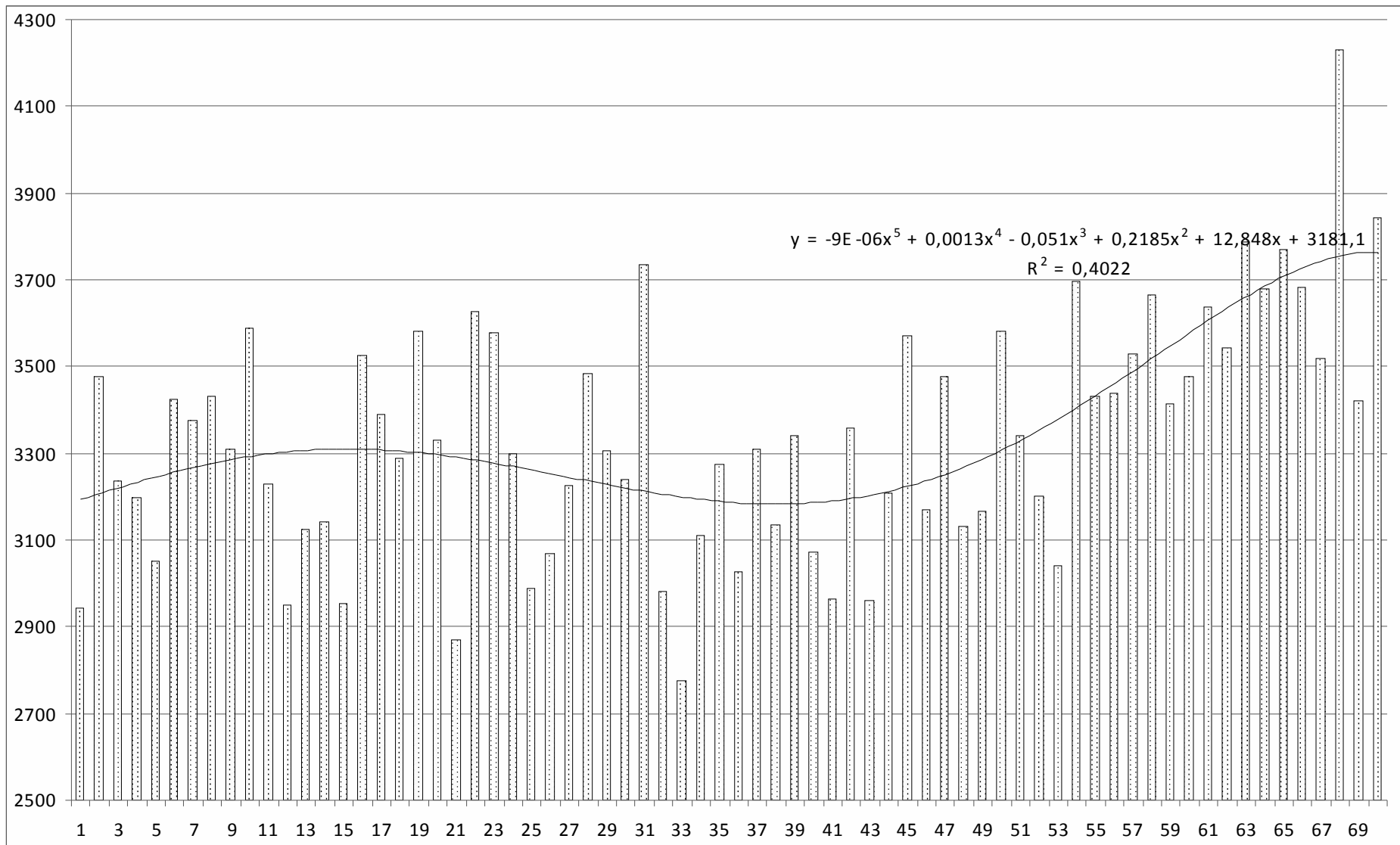


Рис.3 Динаміка і тренд сум температур вище 10 °С за теплий період

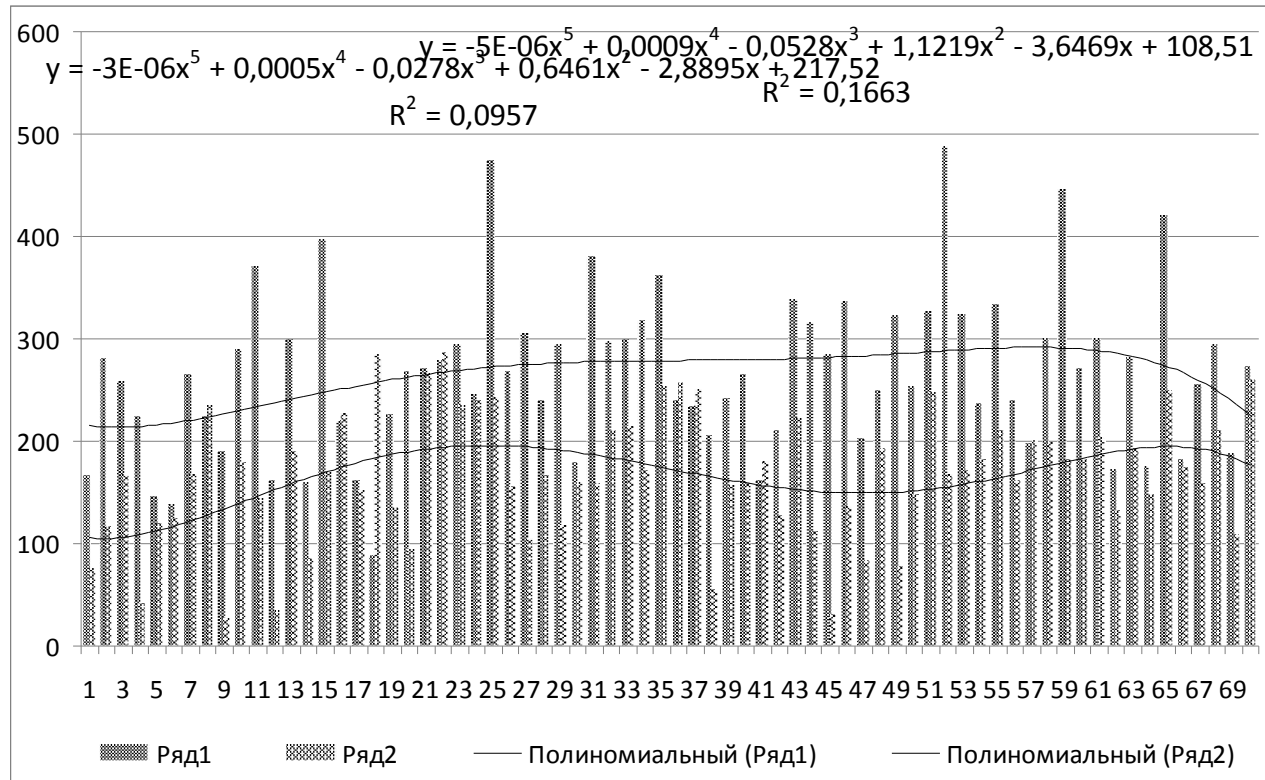


Рис.4. Динаміка і тренд кількості опадів за теплий і холодний періоди

- 5 Вплив зміни клімату на сільське господарство півдня України / А. М. Польовий, І. В. Трофімова, М. І. Кульбіда, Т. І. Адаменко // Метеорологія, Кліматологія та гідрологія. – К.: КНТ, 2005. – Вип. 49. – С . 252-259.
6. Marinin E. I. Tendency in frost damage changes in 2011-2050 on the south of Ukraine (based on climate change scenarios A1B and A2) / E. I. Marinin, G.V. Lyashenko // European Applied Sciences. – Stuttgart: ORT Publishing, 2014. – № 10. – P. 64-67.

Ляшенко Г. В., Мельник Э. Б., Суздalова В. И.

Тренды показателей ресурсов тепла и влажности в центральных районах виноградарства Северного Причерноморья

Сделан анализ результатов расчета ресурсов тепла и влажности по десятилетиям с 1946 по 2014 гг. в разрезе теплого и холодного периодов на территории центральных районов Северного Причерноморья. Как показатели ресурсов тепла и влажности рассматриваются традиционные сумма активных температур воздуха за период со среднесуточной температурой выше 10 °С и количество осадков. Выявлена особенность колебаний ресурсов тепла и влажности и установлены их тренды на ближайшие годы.

Ключевые слова: ресурсы тепла и влажности, количество осадков, сумма активных температур, статистические характеристики, динамика и тренды показателей

G. V. Lyashenko, E. V. Melnik, V. I. Syzdalova

The trends of warm and humidity resources indexes in central viticultural regions of Northern Black Sea Coast

The analysis of the calculation results for warm and humidity resources by decades from 1946 till 2014, for warm and cool periods on the central regions of Northern Black Sea Coast territory was done. As the index of warm and humidity resources was considered the sum of active temperatures for the period with the average daily air temperature more than 10 degrees and precipitations quantity. The features of warm and humidity resources fluctuation have been identified and their trends for the nearest years have been estimated.

Keywords: warm and humidity resources, precipitations quantity, active temperatures sum, statistical characteristics, indexes dynamics and trends.