

УДК 551.588.7 (477.46)

М.О. САМИЛОВА, студентка, НТУ «ХП»,
Т.С. ПАВЛЕНКО, ст. викладач, НТУ «ХП»,

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ НА ФОРМУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СКЛАДОВОЇ РЕГІОНАЛЬНОГО КЛІМАТУ

Стаття присвячена вивченню проблеми зміни кліматичного режиму окремого регіону за допомогою математичного апарату аналізу часових рядів. Мета даної роботи полягає в побудові математичної моделі температурної динаміки за даними часового ряду середньомісячних температур та дослідження антропогенної діяльності на формування температурної складової.

Статья посвящена изучению проблемы изменения климатического режима отдельного региона с помощью математического аппарата анализа временных рядов. Целью данной работы является построение математической модели температурной динамики по данным временного ряда среднемесячных температур и исследование антропогенной деятельности на формирование температурной составляющей.

This article is about the problem of regional climate changes and it is studied with the mathematical tool of time series analysis. The aim of this work is to construct a mathematical model of the dynamics of average monthly temperature and to study the influence of human activities on the formation of this component of climate.

Ключові поняття: аналіз температурної динаміки середовища, аналіз часового ряду, побудова невинуваткової складової, приближення рядом Фур'є, метод найменших квадратів, оцінка адекватності моделі, прогнозування.

Постановка проблеми. Багатолітній статистичний режим погоди, характерний певній місцевості, називають кліматом. Основні особливості клімату обумовлює цілий спектр різноманітних чинників, серед яких значну роль відіграють динаміка температури повітря та вплив діяльності людини на цей процес. Найбільш ефективнішим способом вивчення та дослідження цих факторів є сумісне використання екологічного аналізу та математичного апарату.

Актуальність і доцільність досліджень. Наслідки різкої зміни регіонального температурного режиму можуть вплинути не тільки на економічний розвиток, а й на безпеку життя населення всього регіону. Особливої актуальності проблема кліматичних змін набула на тлі питання глобального потепління та впливу діяльності людства на цей

процес, дослідженням якої займаються науково-дослідницькі центри та вчені по всьому світу. Дослідження антропогенного впливу на клімат вивчали М.І. Щербань[1], В.Н. Литвин, В.П. Попов, П.І. Колісник[2]. Багато вчених стверджує, що глобальні зміни клімату спричинила діяльність людини, її надмірне зловживання природними ресурсами та неконтрольовані викиди шкідливих речовин в атмосферу. Наприклад, наукові роботи М.І. Щербаня показали, що антропогенна діяльність здатна впливати на формування регіонального клімату [1].

Зміна клімату є однією з найбільш значних проблем антропогенного впливу на навколишнє середовище. Однією з причин цих змін в останньому сторіччі є зростання впливу техногенних чинників, що порушують природну рівновагу кліматичної системи. Це призводить до змін метеорологічних параметрів, збільшення частоти екстремальних явищ погоди тощо, що в свою чергу впливає на екологічну рівновагу.

Про клімат планети відомо, що за останні 65 млн. років Земля пережила чотири льодовикові ери. Останній відступ льодовиків розпочався 10 тис. років назад. Очевидно, що антропогенний фактор в тому потеплінні не приймав участь. Саме потепління виявилось корисним для людства. Крім того, навіть протягом письмової історії людства клімат не раз змінювався. В 982 року вікінг Ейрик Рудий назвав відкрити ним Гренландію Гренландією, тому що вона дійсно була зеленою. В X-XIII століттях Європа була теплішою, ніж сьогодні. В Північній Німеччині і Шотландії зростав виноград. Потім розпочався льодовиковий період. Сніг випадав навіть в Італії. Через холодні зими розпочався масовий голод. В XVI столітті клімат Європи потеплішав, а в XVII столітті почав знову замерзати. В 1621-1669 роках замерзав Босфор, в Москві на початку XVII століття заморозки були в червні-серпні, а сніг стелився на початку осені. В XVI ст. клімат Європи потеплішав не через парниковий ефект. Також очевидно, що процес потепління X-XIII ст., не привів до зникнення людства.

Враховуючи наведені факти, значна кількість вчених стверджує, що факт глобального потепління зумовлений циклічністю динаміки кліматичних чинників, бо надзвичайно важко змінити кліматичну планетарну систему, адже інертність та енергоємність цієї системи велика.

Завдання дослідження полягає у побудові математичної моделі температурної динаміки середовища окремого регіону за даними ряду середньомісячних температур та проведенні екологічного дослідження результатів. Це дозволяє виявити загальні закономірності, індивідуальні специфічні характеристики, основні тенденції зміни клімату та оцінити внесок діяльності людини на цей процес.

Викладення основного матеріалу. В якості експериментальних даних взято ряд середньомісячних температур міста Москви за період з 1960 по 2010 роки, так як найбільша кількість статистичних даних відома та доступна тільки для цього регіону. Крім того, м. Москва одне з найбільших міст світу, в якому знаходиться велика кількість заводів та фабрик, що викидають значну кількість шкідливих речовин в атмосферу та впливають на регіональний клімат. Загальна кількість даних складає 612 значень. На рис. 1 по осі абсцис відкладено час у місяцях, а по осі ординат – температура в градусах за шкалою Цельсія.

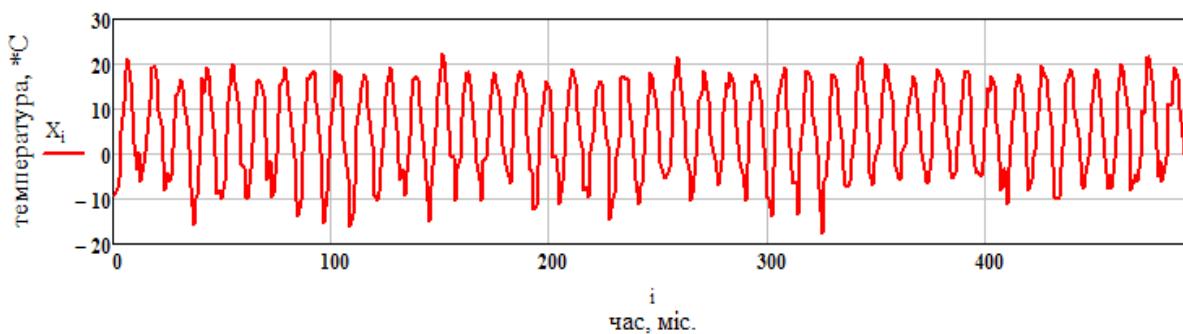


Рис. 1. Зміна середньомісячних температур в часі

Дослідження включало наступні етапи:

- перевірка факту наявності та оцінка параметрів тренду;
- аналіз та оцінка сезонної складової;
- аналіз стаціонарності ряду випадкових залишків та ідентифікація моделі;
- перевірка адекватності сукупної моделі ряду;
- аналіз впливу діяльності людини на формування температурної складової клімату.

В якості моделі, котра описує даний часовий ряд прийнята адитивна модель: $x(t) = f(t) + \phi(t) + \varepsilon(t)$, де $f(t)$ – тренд; $\phi(t)$ – сезонна

компонента; $\varepsilon(t)$ – випадкові залишки.

Очевидно, що ряд середньомісячних температур містить у собі компоненту сезонності. Період становить близько 12 місяців. Для оцінки коефіцієнтів сезонності використали дві гармоніки ряду Фур'є, з визначеною частотою та амплітудою. Частина кривої сезонної складової відображена на рис. 2.

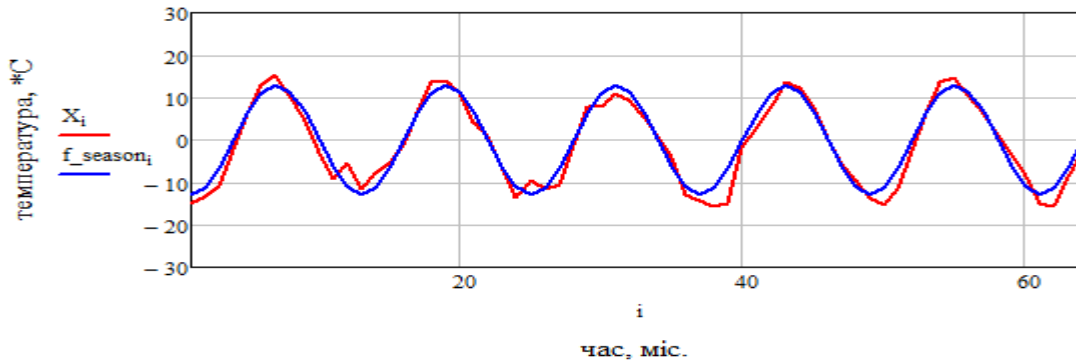


Рис. 2. Сезонна складова ряду динаміки середньомісячних температур

Для перевірки гіпотези про наявність детермінованої складової – тренду скористалися критерієм серій, що оснований на медіані, та критерієм Аббе. Вище зазначені критерії показали, що довготривала складова відсутня. Це говорить про те, що режим динаміки середньомісячних температур в даному регіоні не змінювався впродовж останніх п'ятдесяти років.

Ряд випадкових залишків відповідає процесу авторегресії другого порядку з коефіцієнтами $\alpha_1 = 0.475, \alpha_2 = 0.157$, оскільки необхідні та достатні умови стаціонарності ряду виконуються.

Таким чином, математична модель часового ряду динаміки температур складається з суми вибіркового середнього, перших двох гармонік ряду Фур'є, процесу авторегресії другого порядку та білого шуму:

$$x(t) = 5.5 + \sum_{k=1}^{612} a_k \cos\left(\frac{2\pi}{12} kt\right) + \sum_{k=1}^{612} b_k \sin\left(\frac{2\pi}{12} kt\right) + 0.475\varepsilon(t-1) + 0.157\varepsilon(t-2) + \delta(t)$$

Дана математична модель є адекватною про, що свідчить прогноз значень на липень-грудень 2009 року, побудований на основі навчальної вибірки на період з січня 1960 по червень 2009 років [4].

Таблиця 1

Прогнозні значення на основі прийнятої моделі та вже відомі значення з липня по грудень 2009 р.

Місяць	Прогноз	Реальні значення	Відносна точність прогнозу, %
Липень	16.005	15.7	98.1
Серпень	14.007	13.8	98.5
Вересень	8.773	8	90.3
Жовтень	3.073	2.7	86.2
Листопад	-3.682	-6.15	60.9
Грудень	-5.799	-7.275	79.7

Висновки та перспективи подальшого розвитку досліджень в даному напрямку. В процесі виконання роботи було побудовано адекватну математичну модель динаміки температурної складової клімату за даними ряду середньомісячних температур міста Москви.

Внаслідок перевірки гіпотези на наявність довготривалої складової виявилось, що тренд відсутній. Проте стверджувати про однозначність отриманого результату не є доцільним, адже виявити тренд за період в п'ятдесят або навіть сто років не можливо, бо не вистачає статистичних даних. Встановлено, що з XI до XV століття тривав теплий період, відомий як Середньовічна кліматична аномалія, а з тих пір і до кінця XIX століття тривав холодний період, або так званий Малий льодовиковий. З кінця XIX століття температура знову почала підвищуватися і в цей же час відбувся значний науково-технічний прогрес. І тому виникло питання антропогенного впливу на клімат.



Без сумніву діяльність людини значно впливає на стан навколишнього середовища, але щоб відповісти в якій мірі, необхідно провести кореляційний або компонентний аналіз антропогенних чинників на формування температурної та інших складових регіонального клімату. Наслідки впливу людини загалом відомі: забруднені ґрунти, повітря, водойми тощо. Але наголошувати на тому, що тільки від життєдіяльності людини залежить зміна кліматичного режиму всієї планети не є доцільним. Для вирішення визначеного завдання треба провести дослідження впливу значної кількості факторів на стан навколишнього середовища з врахуванням наслідків діяльності людини і побудувати ще не одну математично-екологічну модель.

Дана робота була презентована на шостій міжнародній науково-практичній конференції за участю молодих вчених «Еколого-правові та економічні аспекти екологічної безпеки регіонів» та отримала схвальні відгуки.

Список літератури: 1. *Щербань М.И.* Влияние хозяйственной деятельности человека на климат // Природа Украинской ССР КЛИМАТ – К.: Наукова Думка, 1984. – С. 176–186. 2. *Попов В.П., Литвин В.Н., Колісник П.І.* Деякі дані про температурний режим повітря на осушених болотах України // Вісник Київського університету. Сер. Географія / *В.П. Попов, В.Н. Литвин, П.І. Колісник* – К.: КНУ, 1975. – № 17.–С.37–49. 3. *Айвазян С.А., Мхитарян В.С.* Прикладная статистика и основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ, 1998. – С. 1006. 4. Дослідження впливу діяльності людини на формування температурної складової регіонального клімату: зб. матеріалів VI Міжнародн. наук.-практ. конф. при участі молодих вчених [«Еколого-правові аспекти екологічної безпеки»], (Харків 19–20 жовт., 2011 р.) – Х.: ХНАДУ, 2011.– С.92–95.

Надійшло до редколегії: 28.11.2011