

А.С. Литвиненко

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИКЛІЧНОСТІ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ УКРАЇНИ В ЗВ'ЯЗКУ З ПРОГНОЗУВАННЯМ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПРИРОДНИХ ЯВИЩ НА СТАН АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Загалом відомо, що негативні явища на автомобільних дорогах (великі повені, активізація зсувів, різке збільшення колійності і т. ін.) відбуваються не постійно, а у певній періодичності. Тобто, в деякі роки як в процесі експлуатації, так особливо при будівництві не виникає якихось особливих ускладнень, а в інші кількість негативних явищ різко збільшується, що суттєво відбивається на виробничій діяльності галузі і вимагає додаткових витрат. Також відомо, що це не пов'язано лише з господарською діяльністю людей, а значно залежить від погодно-кліматичних умов.

Але якщо відстежувати характер зміни погодно-кліматичних умов у часі можна з великою імовірністю і надійністю передбачати ті чи інші несприятливі періоди для експлуатації і будівництва автомобільних доріг і своєчасно готуватись до них: тобто більш ретельно доглядаючи стан підмостових русел і долин гірських річок, водоперепускних труб, водовідвідних лотків і бічних канав, дренажів, готувати снігоочисну техніку і снігозахисні конструкції або готуватись до пропуску шляхами країни великовагових транспортних засобів.

Не можна сказати, що подібними питаннями не цікавились раніше, і не тільки в дорожній галузі чи взагалі на транспорті. Їм завжди приділялась велика увага як у нас, так і в світі в цілому. Але, як показав аналіз літературних джерел, більш-менш ефективної методики аналізу циклічності погодно-кліматичних умов до теперішнього часу не існувало. В першу чергу тут йдеться не про фізичну суть природних явищ чи їх причин, а про формально - статистичний підхід до аналізу даних багаторічних

спостережень, що здійснювались і здійснюються в системі Гідрометеоцентру України, чи інших країн.

Таким чином метою цього дослідження була розробка методики визначення циклічності погодно-кліматичних умов і на її основі прогнозу несприятливих (негативних) явищ на автомобільних дорогах для врахування цих циклів в господарській діяльності дорожньої галузі. Ця методика також може бути використана також і в інших галузях господарства України, а можливо і закордоном.

Питання аналізу і прогнозу зміни погодно-кліматичних умов у певні періоди часу є найбільш складним у кліматології [1]. Взаємодія атмосферної і океанічної циркуляції з полярною кригою створює не тільки короткострокові коливання погоди, але і зміни, що можуть тривати до 10 тисяч років. В той же час короткострокові цикли довжиною до 16-19 років, є найменш вивченими. Коливання менших інтервалів доцільно розглядати як мінливість клімату, а більш тривалі - як коливання клімату (коливання мають незворотній характер) [1].

Здавалось би, що здійснення подібних прогнозів формально не входить до компетенції фахівців пов'язаних із будівництвом доріг, але з іншого боку на стан доріг, в т. ч. і автомобільних, погодно-кліматичні умови мають безпосередній і дуже важливий вплив, тому не можуть залишитись позаувагою дорожників. Гідрометеоцентр, зазвичай, дає лише короткострокові прогнози. Які ж перспективи очікують галузь протягом року, а особливо протягом 10-12 років лишається невизначеним. Але, як нам видається, знання такої перспективи є дуже важливим для планування виробничої діяльності на майбутнє.

Найбільш важливими і в той же час такі ми що дуже активно змінюються як протягом року, так і з року в рік є температура повітря і кількість атмосферних опадів. Саме вони визначають можливість активізації зсувів, виникнення повеней чи підняття рівня ґрунтових вод, сприяють виникненню колійності чи призводять до виникнення заметів на дорогах. Тому в процесі виконання роботи здійснювався збір і аналіз саме цієї

гідрометеорологічної інформації. Частково, особливо за історично більш ранні проміжки часу, цю інформацію було знайдено у фондах бібліотек [2], частково, за більш пізній (сучасний) період вона замовлялась безпосередньо у Гідрометеоцентрі України.

Слід відмітити, що вартість цієї інформації в останній час (10-15 років) дуже різко зросла і тому її об'єм був скорочений до достатнього мінімуму (чотири гідрометеорологічних станцій, що розташовані вздовж траси а/д Київ-Одеса: Київ, Умань, Любашівка і Одеса. В той же час для отримання більш достовірних висновків про періодичність зміни погодно-кліматичних параметрів у часі, було проаналізовано дані по 20 найбільш довгорядних гідрометеостанціях України ряди спостережень на яких коливаються від 75 до 192 років. Розташування цих гідрометеостанцій дозволяє отримати достатньо надійну оцінку проблеми, що досліджується, відносно всієї території України.

В дослідженні використовувались значення місячних кількостей опадів протягом періоду спостереження, а також середньомісячні температури повітря за цей час. Ряди кліматологічних параметрів формувались виходячи з потреб дорожньої галузі і їх впливу на стан автомобільних доріг.

Так розподіл на холодний і теплий періоди року пов'язаний як і з порівняно різною кількістю опадів, так і різним їх станом (рідкі, тверді). Наприклад: в теплий період (квітень-жовтень) більше ймовірні інтенсивні зливи, що впливає на швидке підтоплення водоперепускних споруд (напірний режим роботи) і може викликати великі розмиви земляного полотна, але майже не впливає на живлення ґрунтових вод, через швидке стікання переважної кількості води тальвегами. Навпаки, при дощах невеликої інтенсивності (до 5мм/добу), що досить часто випадають на початку холодного періода (листопад-березень) і при дощах протягом теплої зими відбувається активна інфільтрація великої кількості води у ґрунт, а це сприяє інтенсивному живленню ґрунтових вод, через що активізуються зсуви на укосах виїмок.

Часовому осередненню метеорологічних рядів, що мають періодичну складову, в кліматології приділяється велике значення,

але незважаючи на це достатньо виразного результату ще не отримано. Так говориться про можливість періодичності (краще казати циклічності) у 3, 5 і 20 років, а оптимальний період осереднення повинен становити 60 років. Однак у практичних цілях пропонується користуватись періодом усереднення 20 років, коли повністю виключаються гармоніки з періодом 5 і 20 років, а вклад високочастотної гармоніки з періодом 3 роки буде зведено до мінімуму. Також наводяться графіки для 200-літнього періоду з гармоніками 90, 60, 22 і 11 років [1], що, якби там не було, не дозволяють більш-менш упевнено здійснювати прогноз навіть на найближчу перспективу.

Подібну картину знаходимо і у Атласі природних умов України [3], де представлено усереднення рядів температур і кількості опадів по місяцях року для Києва і Одеси - десяти і тридцятирічними ковзаючими. Як видно з цих графіків робити будь-які висновки на перспективу тут також практично неможливо, а самі графіки є аж занадто кострубатими.

Працюючи над вдосконаленням існуючих підходів до вирівнювання часових рядів нами було запропоновано декілька спрощень, які дозволили не тільки отримати достатньо гарно згладжені (вирівняні) залежності, але і більш успішно з ними працювати у напрямі порівняння, накладаючи відповідні графіки один на одного шляхом переходу до безрозмірних показників, вірніше у значеннях квадратичних відхилень параметрів від середнього їх значення, що прирівнюється нулю.

Міркуючи далі над проблемою вирівнюваннями рядів з метою визначення можливої циклічності кліматичних параметрів було з'ясовано, що це найкращим чином досягається шляхом згладжування ряду саме найкоротшим часовим інтервалом у три роки. З одного боку цей найменший інтервал є непарним, що дозволяє кожне нове значення усередненого ряду визначати таким, що припадає на ціле значення року з іншого - дозволяє вирівнювати окремі ділянки ряду без великих спотворень змісту часового ряду параметрів. В результаті прийшли до необхідності багаторазової процедури згладжування де задовільний результат

досягається вже на третій ітерації. Таким чином визначились, що найбільш ефективною процедурою є згладжування рядів кліматологічних параметрів трирічними середніми ковзаючими на третій ітерації.

Одним із найбільш достовірних критеріїв правильності запропонованої методики є те, що максимуми і мінімуми згладженої кривої найкраще співвідносяться з конкретними екстремальними значеннями відповідних показників у роки екстремумів. В той же час при згладжуванні, що здійснюється згідно з традиційними підходами - за десяти чи тридцятирічними середніми ковзаючими, відбувається суттєвий зсув таких максимумів, і максимум згладженої кривої може накладатися на мінімальне значення з конкретних вимірів і навпаки. Як показали розрахунки, це ж саме відбувається і при згладжуванні рядів середніми 5,7 чи 13 річними ковзаючими. Не допомагає тут і збільшення ітерацій згладжування.

Треба також відмітити, що подальше збільшення кількості ітерацій при будь-яких значеннях середніх ковзаючих, з метою отримання ще більш плавної кривої, не дає більшої зручності для аналізу циклічності так як при цьому можуть навіть зникнути деякі слабо виражені екстремуми. Але тоді, як і при розрахунку значень поточного середнього ряду, більш чітко простежується наявність чи загальна тенденція зміни досліджуємого параметру за більш тривалий проміжок часу, наприклад: протягом всього періоду спостережень..

Для автоматизованих розрахунків рядів гідрометерологічних показників Ю.В. Лісневським, на основі програми EXEL, була розроблена програма, що представляє собою електронні таблиці із рядків і стовбчиків для вводу і відображення інформації. Крім традиційного використання як звичайної електронної таблиці її можна використовувати для статистичного аналізу даних з графічним відображенням.

Програма представляє собою розгалужений каталог, який складається з файлів EXEL (електронних таблиць), що розміщені у двох папках ("Опади" та "Температура"). У вікні цих файлів були

створені електронні листи (таблиці) на яких здійснюється розрахунок і графічне відображення гідрометеорологічних показників. Для зручності користування листи мають відповідні назви: “Вихідні дані”, “Розрахунок”, “Аналіз”, “Перша ітерація”, “Друга ітерація”, ..., “П’ятнадцята ітерація”. Лист “Вихідні дані” призначений для вводу даних і вміщає в собі таблицю в яку навпроти певного року вводиться той чи інший гідрометеорологічний показник. На листі “Розрахунок” відображено згладжені значення гідрометеорологічних показників по трирічній ковзаючій як в абсолютних так і у відносних значеннях від першої до п’ятнадцятої ітерації. Лист “Аналіз” зберігає в собі графічне відтворення у відносних показниках вихідних даних та згладжених по третій ітерації. Цей лист є основним у проведенні аналізу циклічності погодно-кліматичних умов. У разі необхідності програма передбачає графічне виведення згладжених показників по будь-якій ітерації в абсолютних чи відносних значеннях. Для кращого усвідомлення і полегшення аналізу розроблена програма дозволяє виконувати швидко накладання графіків (лише у відносних показниках) у межах одного або декількох файлів. Вона є легкодоступною для звичайного користувача ПК, який має елементарні навички роботи з EXCEL.

Таким чином для побудови графіків згладжування і аналізу циклічності погодно-кліматичних, з метою прогнозу небезпечних явищ на автомобільних дорогах, потрібно лише ввести помісячні дані того чи іншого гідрометеорологічного параметра. Після цього можна одразу вибрати певний лист і на екрані монітору проглянути графічне відображення оброблених даних.

Починаючи аналіз графіків отриманих в результаті згладжування часових рядів метеорологічних параметрів необхідно відмітити, що вони дають добрий результат не тільки для кількості опадів чи суми середньомісячних температур для виділених періодів року, але, як згадувалось раніше, і для окремих місяців протягом періоду спостережень. На рисунку 1 видно наскільки краще виглядає графік згладжування трирічними ковзаючими після

третьої ітерації для середньомісячної температури повітря у січні порівняно з середніми одинадцятирічними ковзаючими. Теж саме стосується як кількості місячних опадів у січні, так тих же самих параметрів для всіх інших місяців року.

На рисунку 2 показано графік циклічності сум середніх місячних температур повітря протягом холодного періоду року. Аналіз цього графіку засвідчує досить чітку циклічність зміни цього параметра у часі, що дозволяє наприклад вже виходячи лише із загального вигляду кінцевої частини такого графіка прогнозувати настання мінімуму цього параметру близько 2006р, що підтвержує як кокретне значення цього параметра для 2006 року так і перехід до подібних помісячних графіків. Наведені у вікні графіка середнє абсолютне значення параметра і його квадратичне відхилення дозволяють навіть без програмного переходу до абсолютних значень параметра швидко визначати його абсолютні значення для кожного року, а коефіцієнт варіації $K_v=70.7\%$ свідчить про дуже велику мінливість цього параметра для холодного періоду року.

Зовсім іншу, але також з досить чітко вираженою циклічністю, маємо картину для кількості опадів протягом холодного періоду року рисунок 3. З нього видно, що близько 2006 року цей параметр також сягне свого мінімуму, який може бути значно менший за середнє значення параметра. Таким чином, навіть при досить низьких значеннях температури повітря у 2006 року навряд чи можна очікувати значних запасів води у вигляді снігу, на початку весни, а відповідно і великої весняної повені. Хоча зрозуміло, що однієї лише цієї інформації по Україні явно недостатньо для повної оцінки цього явища, а необхідна інформація і про кількість зимових опадів у верхів`ях великих Українських річок, що беруть свій початок на території Росії чи у Білорусії. Але навіть так інформація дає певні підстави для висновку про скоріше неможливість великої весняної повені ніж про її настання. Уточнення прогнозу здійснюють на основі аналізу помісячної кількості опадів. Характерно, що варіація цього кліматичного параметра значно менша $K_v=32,24 \%$ порівняно з температурами повітря.

Отримані графіки дозволяють також дуже добре оцінювати події, що вже відбулись. Наприклад максимум опадів протягом холодного періоду року другої половини шістдесятих років показує, що значна кількість зсувів на дорогах у той час обумовлена скоріше не недоліками в процесі будівництва та експлуатації скільки суто природніми факторами. Так кількість опадів, в тому числі і рідких, що випали пізньої осені і на початку холодного періоду року у 1965-1966 роках, навіть по згладженій кривій сягала двохсигмових відхилення, а конкретно по періоду перевищували трьохсигмовий, що свідчить про явну винятковість цього явища. Подібним же чином здійснюється і аналіз кількості опадів і сум середньомісячних температур протягом теплого періоду року.

Ще краще здійснювати прогноз негативних явищ розглядаючи разом обидва графіки, наприклад: опади і температури, рисунок 4. З цього рисунку видно, що на утворення колійності на дорогах проягом кінця дев'яностих років двадцятого століття і початку двадцять першого століття, крім різкого збільшення кількості великовагових транспортних засобів, суттєвий вплив мали і високі температури повітря (не кажучи про температуру дорожнього покриття), при відносно великій вологості ґрунтів земляного полотна, що також могло бути однією із складових що впливали на утворення колії. Одночасно можна прогнозувати, що друга половина першого десятиліття двадцять першого століття буде більш сприятливою для роботи під навантаженням дорожніх асфальтобетонних покриттів, а збільшення кількості атмосферних опадів буде не суттєвим.

Характерною особливістю розробленої методики прогнозу циклічності погодно-кліматичних умов України, в зв'язку з їх впливом на стан автомобільних доріг, є можливість одночасного накладання відповідних графіків погодно-кліматичних параметрів для декількох пунктів спостережень у яких розташовані гідрометеостанції. Так наведені на рисунку 5 розподіли кількості опадів протягом холодного періоду року по гідрометеостанціях Київ, Умань, Любашівка і Одеса, незалежно від довжини ряду

спостережень на них, показали дуже гарну сходиність по довжині циклів і збігу екстремумів. Певні розбіжності є у амплітуді екстремумів але на це впливає цілий ряд факторів починаючи від довжини ряду спостережень і закінчуючи повторенням найбільш характерних траєкторій руху циклонів над територією України.

Згадана едентичність графіків зміни погодно-кліматичних факторів характерна для більшості території України. А найбільші відмінності є для графіків побудованих для гідрометерологічних станцій розташованих у крайніх східних і південно-східних частинах держави, наприклад для Луганська та навіть і тут загальна тенденція простежується досить чітко.

Як видно з викладеного, запропонована методика дозволяє дуже ефективно здійснювати як дуже великий спектр порівнянь, так і прогнозів можливих небезпечних явищ на перспективу 10-12 років. Безумовно, що дуже велика мінливість погодно-кліматичних параметрів у часі вимагає постійного їх моніторингу за даними спостережень Гідрометеоцентру України, хоча і після цього ще залишається дуже велика невизначеність у остаточному (фактичному) прояві цих явищ, але основні тенденції виявляються безумовно.

На останок слід відмітити, що довжина циклу погодно-кліматичних параметрів, як кількості опадів, так і температури по визначених періодах року, становить близько вісьми (7,75) років при квадратичному відхilenні для опадів $S=1.91$ року, а для температури повітря $S=2,42$ року.

В зв'язку з цим очевидним стає незалежність циклічності погодно-кліматичних умов на Землі безпосередньо від Сонячної активності цикли якої в середньому складають одинадцять років. Це дуже добре видно з графіка на рисунку 6 де наведено зміни у часі чисел Вольфа [4] і середньої річної температури повітря. Значення обох параметрів оброблені за запропонованої методикою. При цьому привертає увагу більш чітка циклічність показника Сонячної активності, яку можна розглядати як періодичність, хоча одинадцять років це теж лише середнє значення параметра.

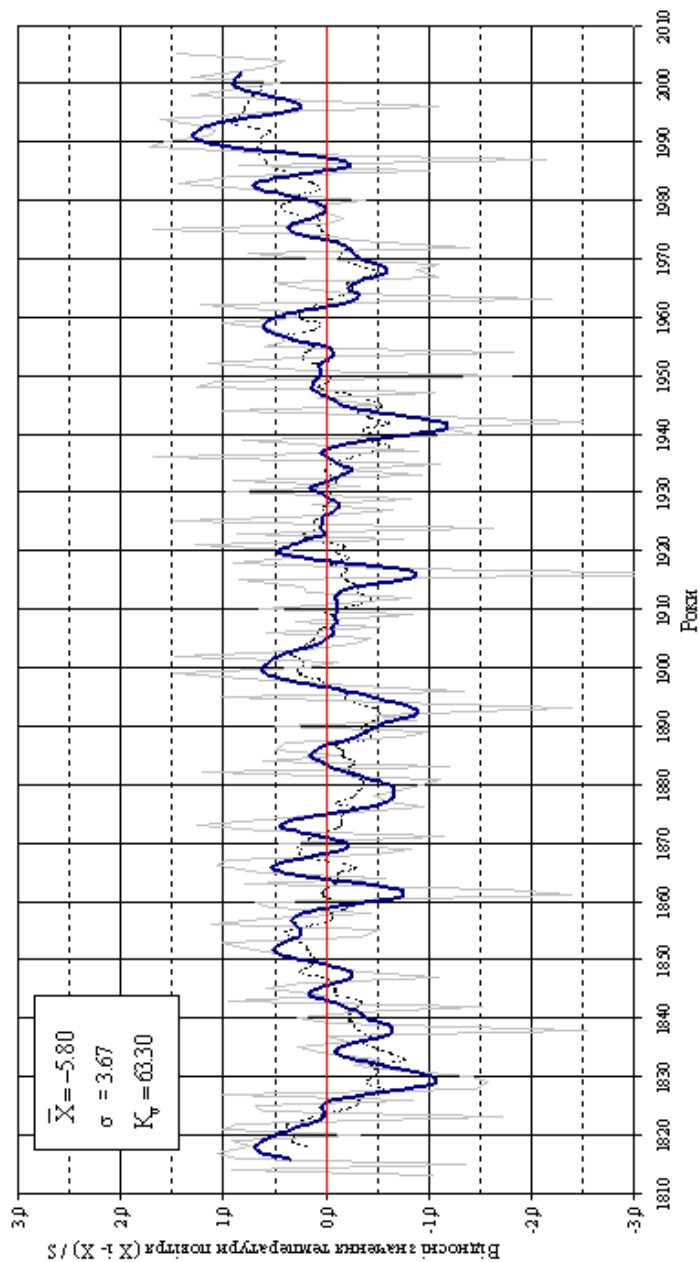
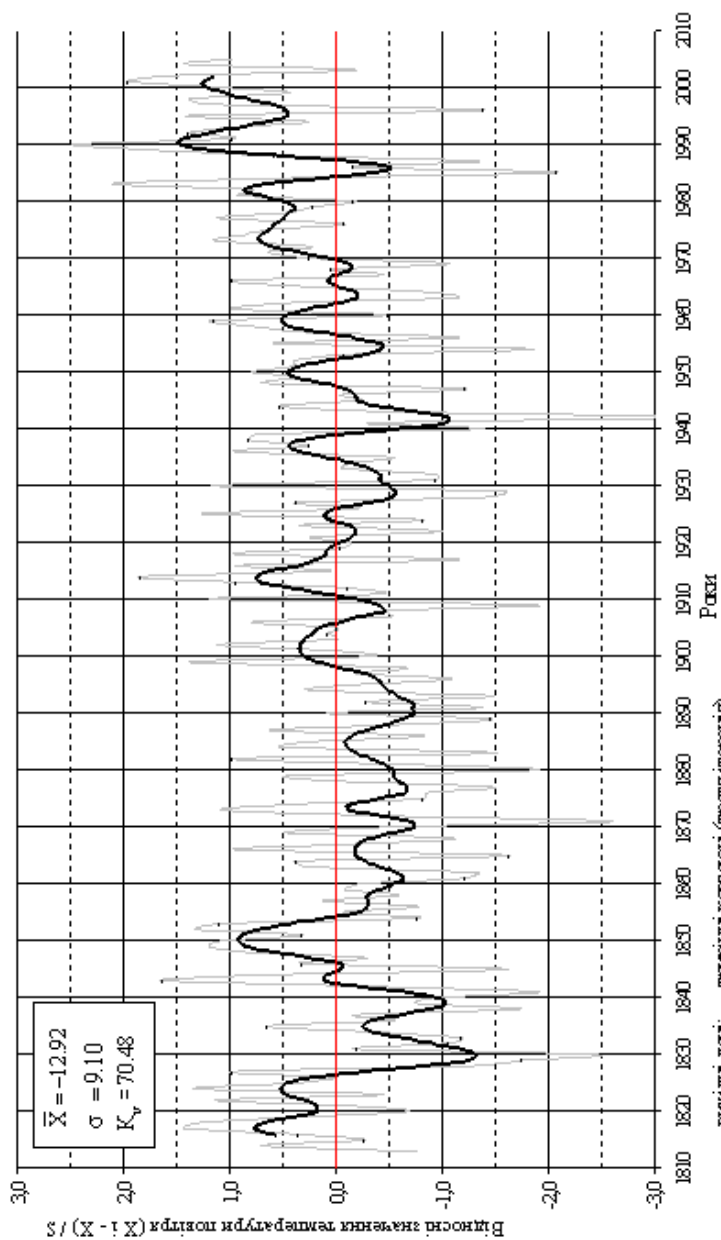


Рис. 1. г.м.с. Київ. Порівняння відносних значень середньої температури повітря у січні (1813-2005 рр. г.р.193) привідрієнованні даних середньої трендовані і ординалізовані координатами



— вихідні дані, — трирічна ковзочка (трижаритервал)
 Рис.2. г.м.с. Київ. Дослідження циклічності суми середніх місячних температур повітря за опорний період року (1813-2005 рр. n=193) при вирівнюванні даних.

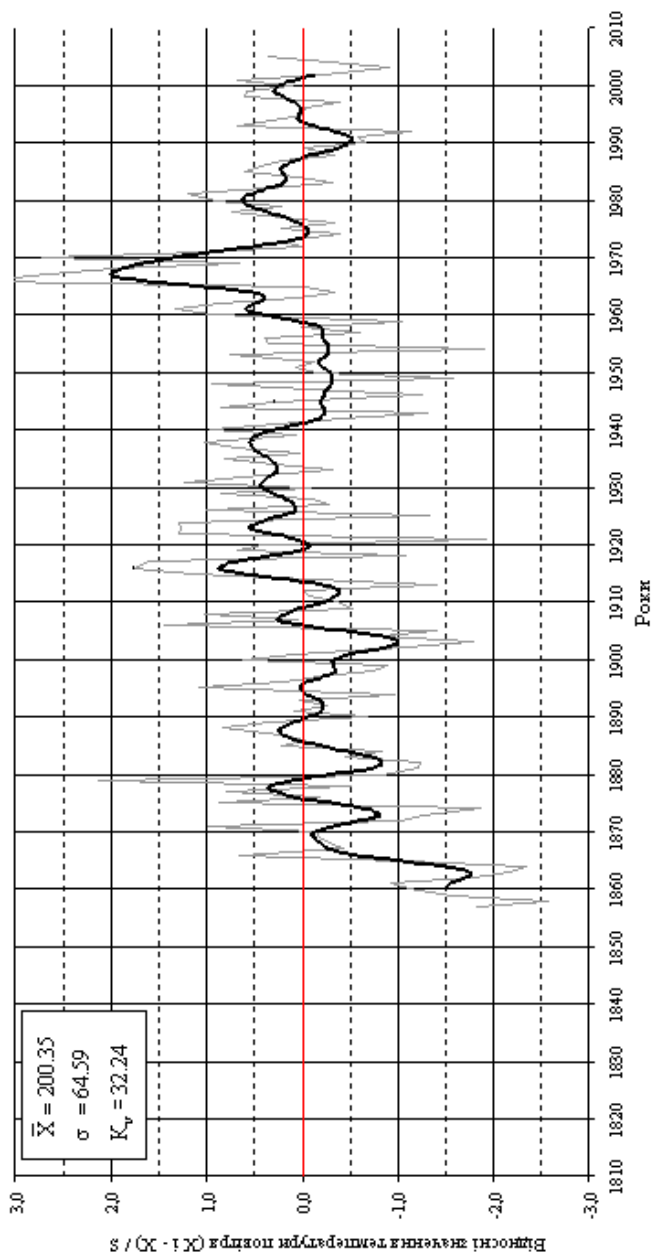
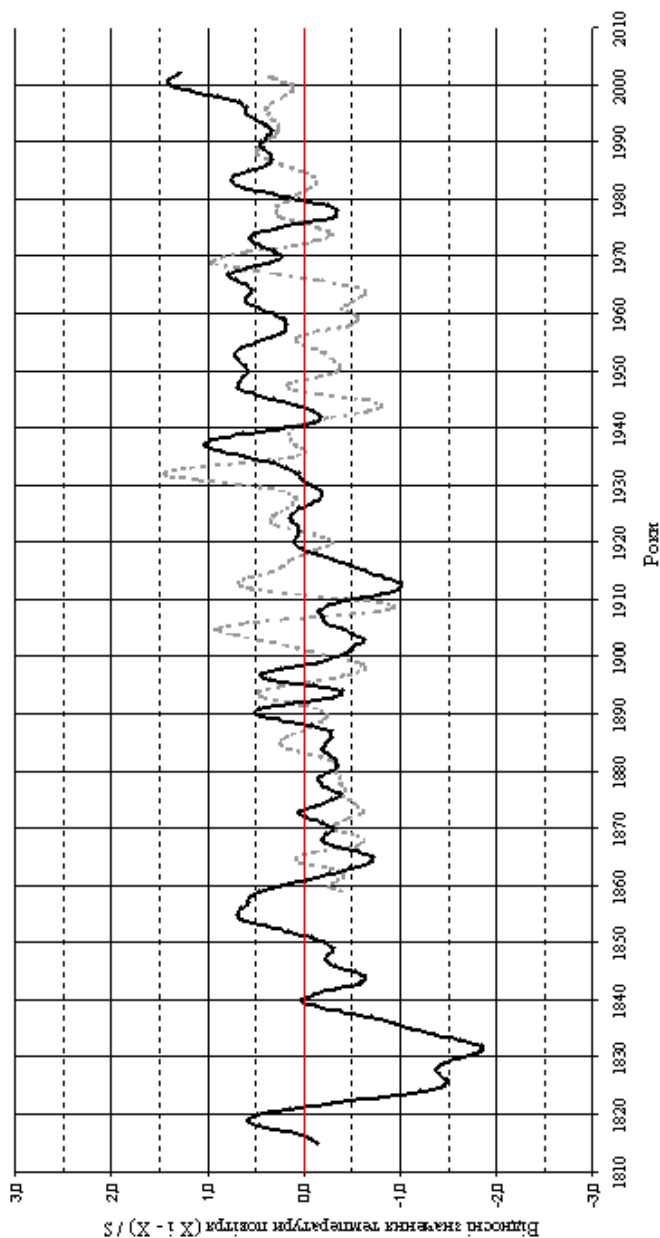
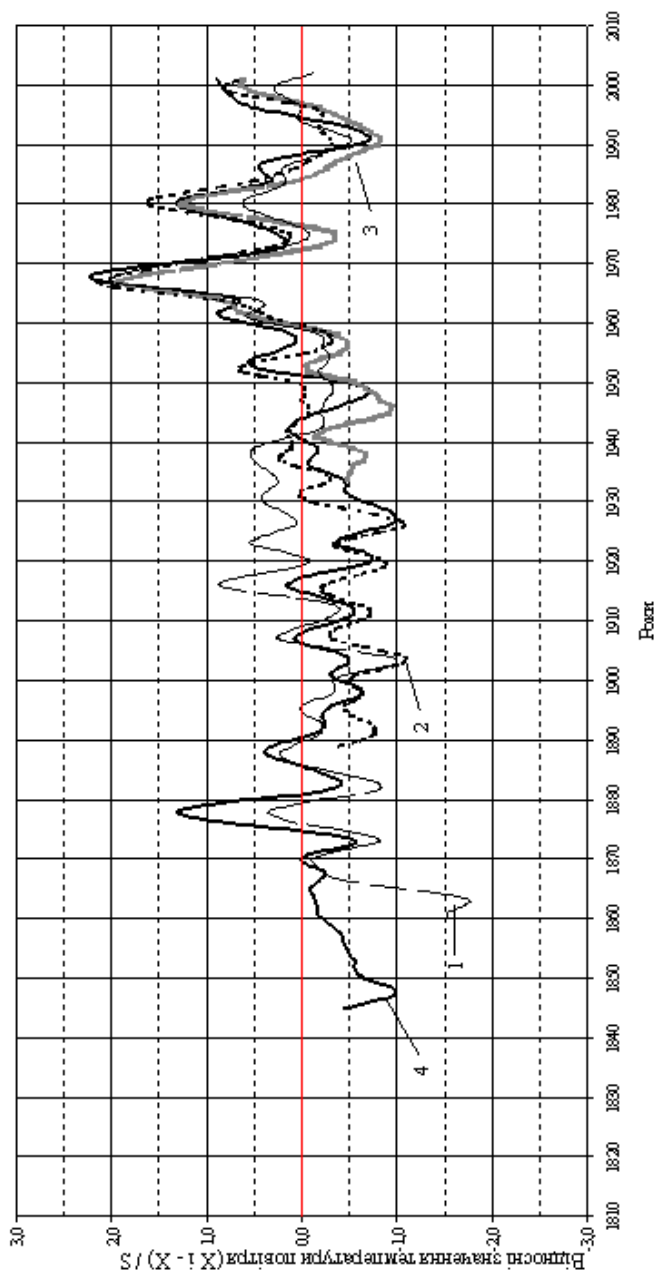


Рис. 3. г. м.с. Київ. Дослідження щільності опадів протягом холодного періоду року (1857-2005 рр. n=149)



— температура повітря (трега ітерація); - - - кількість опадів (трега ітерація)

Рис. 4. г. м.с. Київ. Дослідження впливу взаємної температури повітря і кількості опадів на вологоємні ґрунти земельного пологів на протязі теплого періоду року



1 - Київ, 2 - Умань, 3 - Любалинка, 4 - Орша.

Рис. 5. г.м.с. Київ, Умань, Любалинка, Орша. Порівняння розбіжності кількості снігу з процентом вологого не річного росу (через не рації) по різнихок гідрометеостандіт

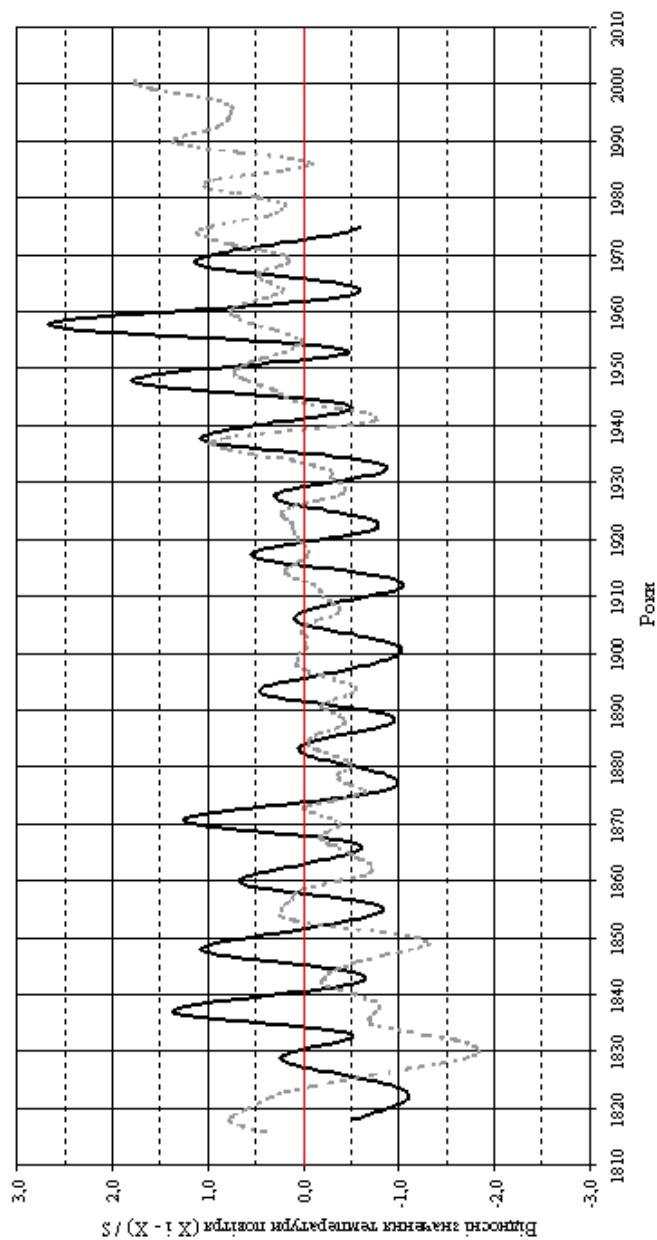


Рис. 6. г. м.с. Київ. Порівняння відносних значень середніх річних температур повітря у 1816-2004рр. та чисел Воляфа при зрівнюванні річних тривісних коззаво чинки (третя ітерація).

Висновки

На основі аналізу часових рядів погодно-кліматичних параметрів (помісячна кількість опадів і середня місячна температура повітря) запропонована ефективна методика їх згладжування, а потім порівняння отриманих залежностей для різних гідрометеостанцій і при взаємному аналізі.

Отримані залежності дозволяють з великою надійністю прогнозувати тенденції зміни цих параметрів на перспективу до 12 років з постійним моніторингом цих параметрів за даними Гідрометеоцентру.

Такі залежності дозволяють достатньо надійно прогнозувати вплив на стан автомобільних доріг небезпечних природних явищ, що визначаються цими погодно-кліматичними факторами.

Література

- 1. О.А. Дроздов, В.А. Васильев, Н.В. Кобышева и др.** “Климатология”. Гидрометеоиздат, л. 1989.
- 2. Водный кадастр СССР**
- 3. “Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР”,** АН УССР, МВиСО УССР. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР М. 1978.
- 4. Каталог индексов** солнечной и геомагнитной активности Изд. 2-е, Гос.ком.СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды. Обнинск. 1979 г.