

Пясецька С.І., Гребенюк Н.П., Савчук С.В.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

**ВИЗНАЧЕННЯ КОРЕЛЯЦІЙНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ОКРЕМИМИ
МЕТЕОРОЛОГІЧНИМИ ВЕЛИЧИНАМИ У ДАТИ ПОЧАТКУ ВІДКЛАДЕННЯ
ОЖЕЛЕДІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ПО МІСЯЦЯХ ХОЛОДНОГО ПЕРІОДУ РОКУ
ПРОТЯГОМ 2001-2013 рр. ТА ЇХ ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ**

Ключові слова: відкладення ожеледі, метеорологічні параметри, статистично значущий кореляційний зв'язок, коефіцієнт кореляції, місяці холодного періоду року.

Вступ. На Україні відкладення ожеледі відбуваються у року кожного року переважно у місяці холодного періоду. Проте вони можуть бути наявні і у окремі місяці теплого періоду, як наприклад у квітні та жовтні. У ці місяці вони здебільшого спостерігаються не кожного року та мають місце у окремих місцях де для них створюються відповідні сприятливі умови. Загалом відкладення ожеледі відносяться до несприятливих погодних явищ, які у більшості випадків погіршують, а відкладення категорії НЯ та СГЯ перешкоджають безперебійній роботі ряду галузей економіки, таких як транспорт, електроенергетика, зв'язок та комунальна сфера та призводять до значних економічних збитків, а у окремих випадках навіть до трагічних наслідків. На території України існують регіони, де вплив таких погодних явищ найбільш виражений, а відповідно існують кліматовразливі райони, які знаходяться під впливом цього несприятливого явища. Зважаючи на різкі зміни клімату протягом останнього часу актуальним є дослідження мінливості у часі та просторі кліматовразливих районів на території України натеper та найближчому майбутньому для забезпечення сталого розвитку країни.

Об'єкт, предмет, мета та методи дослідження. *Об'єктом* дослідження є відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка. *Предметом* дослідження є розповсюдження відкладень ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка на території України на сучасному етапі зміни клімату протягом 2001-2013 рр. та *Метою* дослідження є встановлення кореляційного зв'язку між окремими метеорологічними параметрами у дати початку відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка для побудови прогнозу кліматичних змін екстремальних погодних величин та явищ. *Методи дослідження* – загальним методом дослідження є емпірико-статистичний, а також метод кореляційного аналізу.

Представлена робота є логічним продовженням раніше розпочатого дослідження з визначення статистично значущих залежностей між окремими парами метеорологічних величин у дати початку відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка на метеорологічних станціях України протягом окремих сезонів 2001-2013 рр., результати якого були представлені у попередньому випуску журналу. Робота виконана у межах теми 1/18 «Прогнозування мінливості кліматовразливих районів на території України в найближчі десятиліття» плану НДР Українського гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України (номер державної реєстрації 0118U000554).

Характеристика вихідного матеріалу. Для аналізу було використано матеріали спостережень за ожеледо-паморозевими відкладеннями розміщеними у відповідних таблицях Метеорологічного щомісячника Ч. 2, Вип. 10 Україна. Період спостереження охоплював роки з 2001 по 2013 рр. Як вже попередньо було

зазначено такий період було обрано не випадково у першу чергу тому що, він відповідає сучасному стану кліматичної системи, а також тому що у цей період спостереження проводились на усіх 187 станціях країни, на відміну від подальшого, коли внаслідок незаконної анексії АР Крим Російською Федерацією та проведення Антитерористичної операції на сході країни частина метеорологічних станцій (23 в АР Крим та 5 на території Луганської та Донецької областей) та їх інформація для України була втрачена.

Огляд стану проблеми. Дослідженнями фізичних особливостей виникнення ожеледо-паморозових відкладень займалися багато видатних вчених фахівців з фізики атмосфери та особливо її приземного шару, метеорологів таких як В.І. Вернадський (1933), Б.П. Вайнберг (1940), Заморський О. Д. (1955). Подальші дослідження, які стосувались фізико-географічних особливостей просторового розподілу ожеледо-паморозових відкладень зокрема на території України розвинуто у роботах А.М. Раєвського [14-21] та М.М. Волевахи [1]. Із врахуванням відносної висоти місцевості, ступеня захищеності по відношенню до переважаючих при відкладенні ожеледі вітрам, експозиції самого мікросхилу на якому знаходиться пункт спостереження встановлено 7 основних типів рельєфу. Визначено, що V-VII типи рельєфу є найбільш ожеледонебезпечні, проте у Карпатах та Криму (переважно VII тип) чіткий зв'язок між абсолютними висотами та частотою і розмірами ожеледо-паморозових відкладень [19], виявлено для пунктів які знаходяться на одному схилі та в однакових умовах.

Особливості виникнення, стан розповсюдження та розробка схем прогнозування ожеледо-паморозових відкладень, зокрема ожеледі на території України протягом кінця 30-х – початку 70-х років XX століття представлено у роботах О.М. Кошенка [4-8] та у монографіях групи співробітників УкрГМІ під керівництвом В.М. Бабіченко [9, 11, 12]. Ця робота була продовжена у дослідженнях, що проводились в УкрГМІ та які відносяться до періоду з середини 70-х років до кінця XX століття, який був присвячений сучасному на той час клімату України та суміжною з нею територією Молдавії [10, 22]. Останньою фундаментальною роботою з дослідження ряду стихійних метеорологічних явищ на Україні у тому числі і ожеледо-паморозових відкладень, особливо сильної ожеледі, налипання мокрого снігу та складних відкладень є монографія [23], в якій досліджено стан інтенсивності та розповсюдження цих стихійних явищ протягом 1985-2005 рр.

Прогнозування ожеледо-паморозових утворень розпочате О.М.Кошенком було продовжене у роботах В.О. Волевахи та інш. [2, 3] на основі дискримінантного аналізу. У цих роботах було здійснено спробу залучення апарату математичної статистики, яка була здійснена для прогнозування інтенсивності відкладень ожеледі у тому числі помірної та сильної. Цей метод було запропоновано для розробки альтернативного методу прогнозу наявності чи відсутності явища помірної чи сильної ожеледі, якому передувало відбір параметрів для характеристики стану атмосфери із залученням ряду показників на ізобаричних поверхнях від землі до 700 гПа та інформації про стан самого відкладення. Ця робота була продовжена у дослідженні прогнозування діаметрів відкладень помірної та сильної ожеледі на території рівнинної частини України. Натепер методи дискримінантного аналізу з прогнозування зледеніння біля поверхні землі, визначення фазового стану випадання переохолоджених опадів та їх діагностування, а також розподіл їх по видам та визначення класу зледеніння метеостанції було застосовано для метеорологічних станцій південного регіону на прикладі Одеської області в роботах Хоменко І. А. [24, 25]. Як результат було отримано емпіричні формули для розрахунку інтенсивності осадження окремих крапель води в залежності від її вмісту в повітрі, швидкості вітру та тривалості часу для окремих видів приземного

зледеніння (ожеледо-паморозових відкладень) та дискримінантні функції, які відокремлюють різні типи атмосферного зледеніння в залежності від температури та вітру.

Для визначення імовірного стану клімату в Україні та встановлення мінливості розташування кліматовразливих районів на її території від окремих явищ постає необхідність його передбачення шляхом прогнозу окремих показників. Одним з чільних місць у цьому дослідженні належить дослідженню несприятливих метеорологічних явищ, зокрема таких як ожеледо-паморозові відкладення, які є не тільки несприятливими явищами взагалі але й можуть мати небезпечний та стихійний характер.

Обговорення основних результатів. На відміну від попереднього дослідження де матеріалами були данні про дати початку відкладень ожеледі на території України та метеорологічні показники у ці дати по окремих сезонах року для даного дослідження було обрано подібну інформацію в масштабах кожного окремого місяця. Таким чином для аналізу було обрано наступні 5 місяців: січень, лютий, березень, листопад та грудень. Для таких місяців як квітень та жовтень кількість даних не відповідала граничним умовам для проведення аналізу, а саме кількість дат була менша за 30. Для вищезгаданих місяців було отримано кореляційну залежність між парами ряду метеорологічних величин - добова температура повітря (середня, максимальна, мінімальна), середня відносна вологість повітря та відносна максимальна вологість повітря, швидкість вітру (середня та максимальна з 8 строків спостережень), тиск на рівні моря, добова кількість опадів, висота снігового покриву у дати початку відкладення ожеледі дротах стандартного ожеледного станка. Аналіз проводився для кожної метеорологічної станції окремо. Враховуючи об'єм вибірки було визначено рівень значущості, при якому можна говорити про те що зв'язок між парами метеорологічних величин існує є значення коефіцієнту кореляції, який становить $K \pm 0,6$, тобто він може бути додатним, або від'ємним. Таким чином було отримано області, де найбільше спостерігалось значущих кореляційних залежностей між окремими комбінаціями пар метеорологічних величин у дати початку відкладень ожеледі.

Зимовий сезон. Січень. У січні встановлено декілька варіантів пар кореляційних залежностей між окремими метеорологічними величинами, де коефіцієнт кореляції був статистично значущим і становив $\pm 0,6$. При чому найбільш розповсюдженою є залежність між добовою температурою повітря (середньою, максимальною та мінімальною) та відносною вологістю повітря (середньою, максимальною) яка є додатною ($K \geq 0,6$). Така залежність встановлена на станціях областей Лівобережжя України та її центральної частини. Найбільше станцій з такою залежністю спостерігалось у областях у напрямку із північного сходу на південний схід: Чернігівській, Сумській, Харківській, Луганській, Донецькій, Полтавській, Запорізькій та Дніпропетровській (рис.1. I (a)).

Серед інших комбінацій пар метеорологічних величин було встановлено статистично значущу від'ємну кореляційну залежність ($K \leq -0,6$) між температурою повітря (середньою, максимальною, мінімальною) та тиском на рівні моря. Така залежність спостерігалась на станціях у Донецькій та Луганській областях поодинокі, але найбільше у АР Крим (рис. 1. I (б)). Крім того було встановлено ще один варіант комбінації зв'язку метеорологічних величин в дати початку відкладень ожеледі, а саме статистично значущий від'ємний зв'язок між швидкістю вітру (середнього та максимального з 8 строків спостережень) з відносною середньою вологістю повітря. Такий зв'язок було встановлено на станціях Закарпатської,

Львівської та Івано-Франківської областей, причому здебільшого у Закарпатській Львівській областях (рис. 1. I (в)).

Лютий. У лютому здебільшого було встановлено 2 види пар комбінацій метеорологічних величин між якими у дати початку відкладень ожеледі було визначено статистично значущий коефіцієнт кореляційного зв'язку. Перша комбінація для пари метеорологічних показників - температура (середня, мінімальна) та відносна вологість повітря (середня, максимальна). Для неї було отримано значущий додатний коефіцієнт кореляційного зв'язку ($K \geq 0,6$). Територіально він має місце на станціях, які розташовані у областях сходу країни у напрямку від північного сходу (Сумська область) на схід (Харківська, Луганська, Донецька області) та південний схід (Запоріжжя) і південь (АР Крим). Крім того таке поєднання спостерігалось на станціях окремих центральних областей таких як Полтавська та Дніпропетровська області (рис. 1. II (а)). Встановлено, що у цілому найбільше таких станцій на території Харківської, Луганської та Донецької областей. Інша комбінація становила пару метеорологічних параметрів між швидкістю вітру (середня) та відносною середньою вологістю вітру. Статистично значущий коефіцієнт кореляції між ними був від'ємним і становив $K \leq -0,6$. Станції на яких була виявлена така комбінація спостерігались у Криму та на Закарпатті (рис 1. II (б)). Крім того у Одеській області на декількох окремих станціях спостерігалася ще одна комбінація метеорологічних параметрів між якими було встановлено статистично значущий від'ємний зв'язок, а саме - температура повітря (середня, максимальна, мінімальна) та висота снігу.

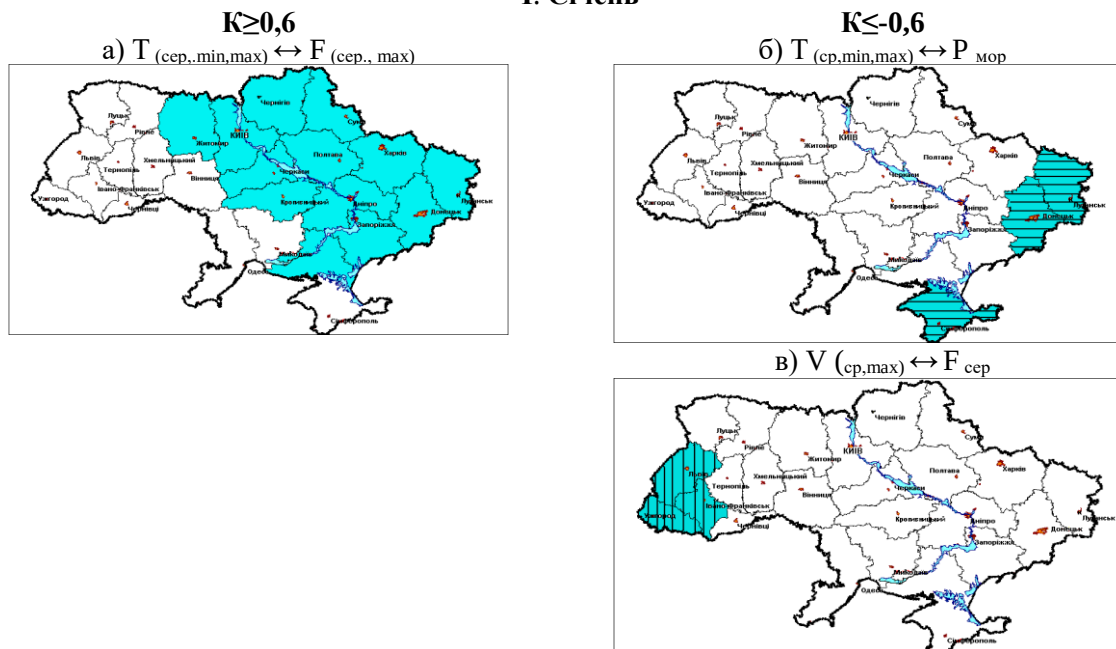
Грудень. У грудні встановлено здебільшого 2 вида пар комбінацій метеорологічних величин у дати початку відкладення ожеледі. Перша комбінація метеорологічних величин включає у собі температуру повітря (середня, максимальна, мінімальна) та відносну вологість повітря (середня, максимальна). Цей зв'язок має додатний характер і є статистично значущим ($K \geq 0,6$). Територіально такий зв'язок спостерігався на станціях областей сходу країни від Чернігівської області на півночі, а далі на північний схід (Сумська, Харківська області) та схід (Луганська область). Крім того такий зв'язок встановлено і на станціях окремих центральних областей – Полтавської та Дніпропетровської (рис. 1. III (а)). Інший встановлений вид комбінації метеорологічних величин – температура повітря (середня, мінімальна) та висота снігового покриву. Цей зв'язок статистично значущий має від'ємний знак ($K \leq -0,6$). Територіально станції на яких подібний зв'язок було встановлено розташовуються у Донецькій області та на Закарпатті (рис. 1. III (б)). Крім того встановлено ще 2 вида пар комбінацій зв'язку окремих метеорологічних величин, а саме статистично значущий від'ємний кореляційний зв'язок між швидкістю вітру (середня) та середньою відносною вологістю повітря (АР Крим), а також між висотою снігу та тиском на рівні моря (Одеська область). Проте ці дві комбінації метеорологічних параметрів спостерігаються лише на окремих станціях вищезгаданих областей.

Весняний сезон. Березень. Для аналізу у весняному сезоні було обрано тільки березень місяць, тому що для квітня кількість даних не відповідала граничним умовам. У березні протягом 2001-2013 рр. на метеорологічних станціях України було встановлено 6 варіантів пар комбінацій метеорологічних величин, кореляційний зв'язок яких виявився статистично значущим. Переважно такий зв'язок мав обернений (від'ємний) знак. Перший варіант такого кореляційного зв'язку був між температурою повітря за добу (середня, максимальна) та відносною вологістю повітря (середня, максимальна) (рис.2 (а)). Такий варіант був поширений на станціях, які розташовувались в областях у напрямку із заходу (Івано-Франківська, Львівська області), центр (Вінницька область) на південний захід

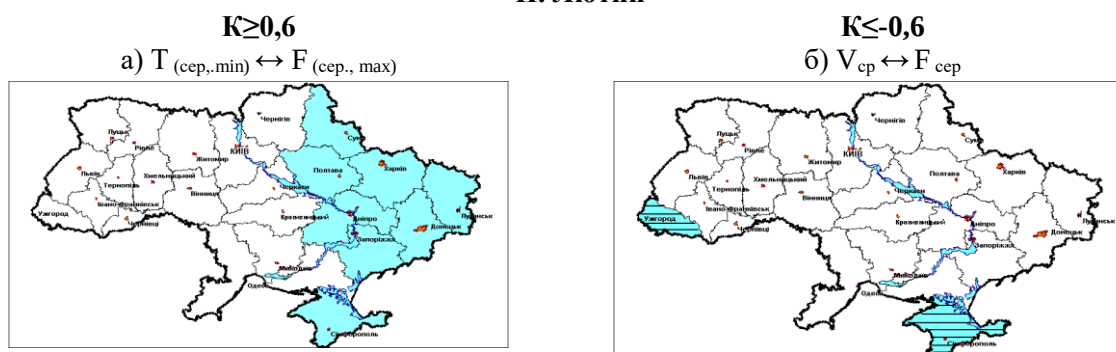
(Одеська область), південь (Херсонська область, АР Крим) та південний схід (Дніпропетровська, Запорізька, Донецька області). Найбільше станцій із такою залежністю спостерігалось на території АР Крим та в Одеській області.

Зимові місяці

I. Січень



II. Лютий



III. Грудень

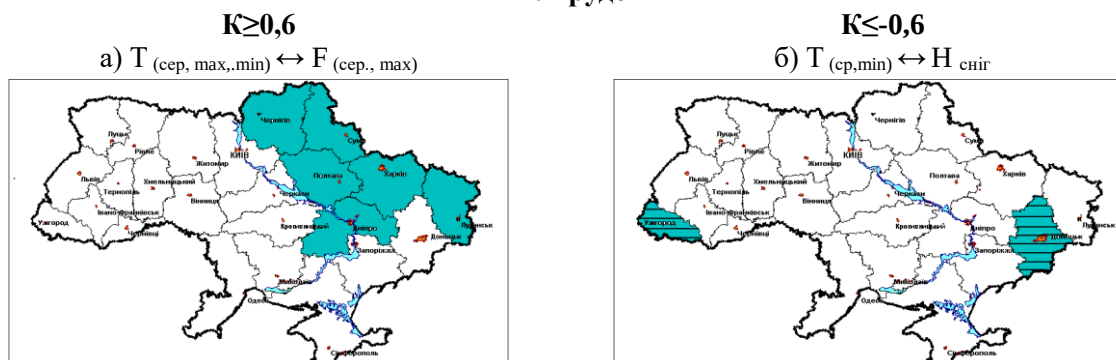


Рис. 1 Кореляційна залежність окремих параметрів в дати початку відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка у окремі зимові місяці протягом 20011-2013рр.

Весняні місяці
Березень

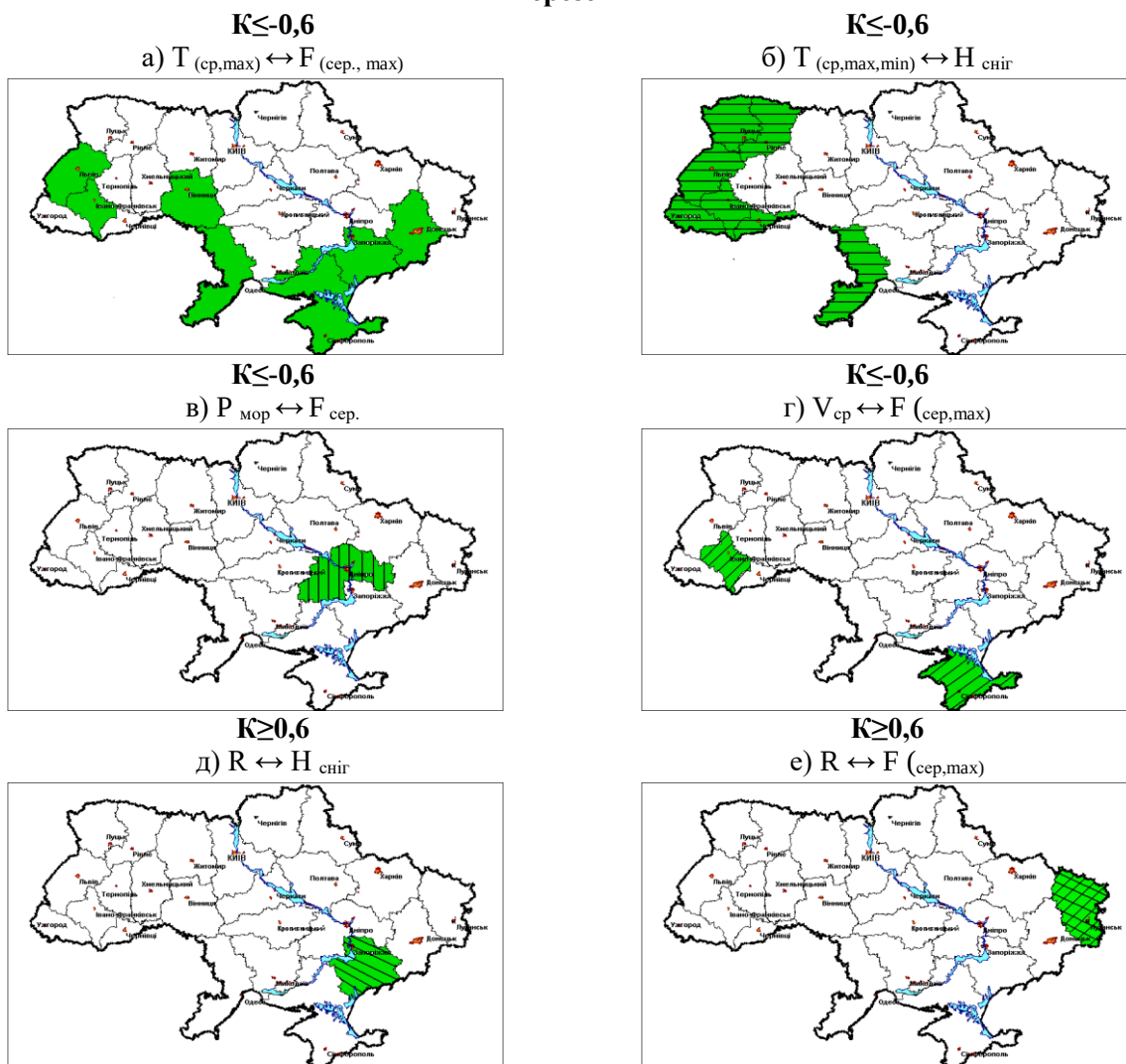


Рис. 2. Кореляційна залежність окремих параметрів в дати початку відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка навесні (березень) протягом 20011-2013рр.

Наступний варіант кореляції пар метеорологічних величин стосувався температури повітря за добу (середня, максимальна, мінімальна) та висотою снігового покриву (рис.2 (б)). Територіально станції на яких встановлено такий статистично значущий від'ємний зв'язок знаходились переважно у областях західної частини України від Волині до Закарпаття, а також на території Одеської області. Третій варіант кореляції пар метеорологічних величин спостерігався між тиском на рівні моря та відносною середньою вологістю повітря (рис. 2. (в)). Територіально станції із подібною статистично значущою кореляційною залежністю ($K \leq -0,6$) спостерігались на Дніпропетровщині. Четвертим варіантом статистично значущої залежності ($K \leq -0,6$) між окремими парами метеорологічних величин є зв'язок між середньою швидкістю вітру та відносною вологістю повітря (середньою, максимальною). Станції із таким видом зв'язку територіально розміщені у АР Крим та на Івано-Франківщині (рис. 2 (г)). Однак таких станцій небагато.

Крім того виявлено додатний статистично значущий зв'язок ($K \geq 0,6$) між окремими парами метеорологічних величин. Так, було встановлено подібний

статистично значущий кореляційний зв'язок між добовою кількістю опадів та висотою снігу. Цей зв'язок спостерігався поодиноким у Запорізькій області (рис. 2 (д)). Наступний статистично значущий додатний зв'язок виявлено між добовою кількістю опадів та відносною вологістю повітря (середньою, максимальною). Такий вид зв'язку поодиноким спостерігався у Луганській області (рис. 2 (е)).

Осінній сезон. Листопад. Для аналізу у осінньому сезоні було залучено відповідні данні по листопаду. Для жовтня таких даних було недостатньо для визначення статистично значущих кореляційних залежностей. У листопаді протягом 2001-2013 рр. виявлено ряд комбінацій пар метеорологічних величин. Загалом статистично значущих кореляційних зв'язків між парами метеорологічних величин було встановлено 8, причому 7 з них були від'ємними і лише у одному випадку додатними. Перший вид статистично значущого кореляційного зв'язку встановлено між температурою повітря (максимальна) та відносною вологістю повітря (середня, максимальна). Такий зв'язок був від'ємним ($K \leq -0,6$) та спостерігався на станціях АР Крим, а також на території областей західної частини України – Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької та Закарпатської (рис 3 (а)).

Другий вид статистично значущого зв'язку (від'ємного за знаком) між парами метеорологічних величин був між температурою повітря та тиском на рівні моря. Станції з таким зв'язком у дати початку відкладень ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка спостерігались на території АР Крим та у Київській області (рис. 3 (б)).

Наступна пара метеорологічних величин між якими було встановлено значущий кореляційний зв'язок між швидкістю вітру (середня, максимальна з 8 строків) та тиском на рівні моря. Територіально така значуща залежність спостерігалась на станціях у окремих східних (Харківська, Луганська), центральних (Кіровоградська, Дніпропетровська) та південних областях (Одеська, Херсонська, Миколаївська, Запорізька та АР Крим) (рис. 3 (в)). Найбільше станцій з таким видом зв'язку спостерігалось на території Херсонської, Дніпропетровської областей та АР Крим.

Інший статистично значущий зв'язок (від'ємний за знаком) було встановлено між швидкістю вітру (середня) та відносною вологістю повітря (середня). Такий зв'язок було встановлено на поодиноких станціях на території АР Крим (рис. 3 (г)).

Також було встановлено від'ємний статистично значущий зв'язок між температурою повітря (середня, максимальна, мінімальна) та висотою снігу. Такий зв'язок був встановлений на станціях у декількох областях, а саме на півночі у Київській та Чернігівській областях, заході – Івано-Франківській та Тернопільській, а на сході у Луганській областях (рис. 3 (д)).

Інші два від'ємні значущі зв'язки було встановлено між добовою кількістю опадів та тиском на рівні моря (рис. 3 (е)), а також між добовою кількістю опадів та максимальною швидкістю вітру обраною з 8 строків (рис. 3 (ж)). Перша з цих двох статистично значущих залежностей (добова кількість опадів – тиск на рівні моря) спостерігається на станціях в областях у напрямку з півночі від Чернігівської та Київської областей, через центр (Черкаська, Вінницька області) на південь (Одеська область). Друга з вищенаведених залежностей це статистично значуща залежність між добовою кількістю опадів та швидкістю вітру (максимальний з 8 строків). Такий кореляційний зв'язок було встановлено на окремих станціях у Одеській, Херсонській та Кіровоградській областях (рис. 3 (ж)).

Наступний вид статистично значущого кореляційного зв'язку додатного за знаком ($K \geq 0,6$) встановлено між кількістю опадів за добу та швидкістю вітру (середня, максимальна з 8 строків). Така залежність спостерігалась поодиноким на окремих станціях у Черкаській та Миколаївській областях (рис. 3. (з)).

Осінні місяці
Листопад

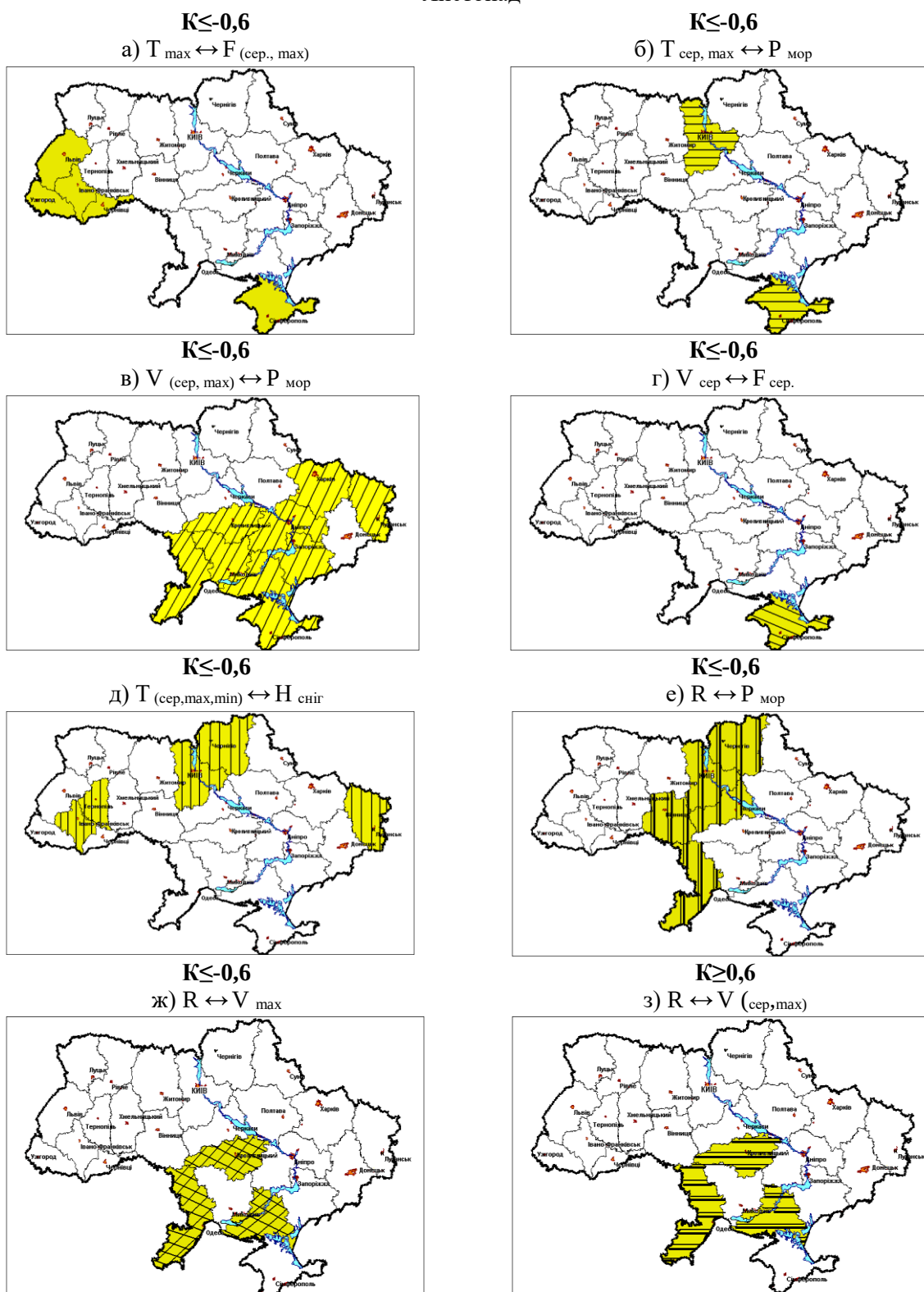


Рис. 3 Кореляційна залежність окремих параметрів в дати початку відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка восени (листопад) протягом 20011-2013рр.

Висновки. З вищенаведеного можна зробити ряд висновків, а саме:

1. Найбільш розповсюдженим варіантом статистично значущого зв'язку між окремими метеорологічними параметрами був зв'язок між температурою порвітря (середня, максимальна, мінімальна) та відносною вологістю повітря (середня, максимальна). Таким чином, практично для усіх досліджуваних місяців встановлено статистично значущий зв'язок між температурою порвітря (середня, максимальна, мінімальна) та відносною вологістю повітря (середня, максимальна). Для зимових місяців коефіцієнт кореляції цього зв'язку був додатним, а для березня та листопада від'ємним.

2. Поширеним варіантом статистично значущого зв'язку був зв'язок між температураю повітря (середня, максимальна, мінімальна) та висотою снігового покриву. Цей зв'язок для досліджуваних місяців виявився від'ємним.

3. Досить поширеними виявилися варіанти від'ємного статистично значущого зв'язку між середньою швидкістю вітру та середньою відносною вологістю повітря (січень, лютий, грудень), середньою та максимальною швидкістю вітру та тиском на рівні моря (листопад), а також між добовою кількістю опадів та висотою снігу (березень), добовою кількістю опадів та швидкістю вітру (середня, максимальна), а також тиском на рівні моря (листопад).

4. Протягом місяців холодного періоду року значно менш поширеними виявилися статистично значущі зв'язки між температурою повітря (середня, максимальна) та тиском на рівні моря (листопад), швидкістю вітру (середня, максимальна) та середньою вологістю повітря (січень, грудень), тиском на рівні моря та середньою відносною вологістю повітря (березень). Також поодинокими були випадки статистично значущого зв'язку між висотою снігу та тиском на рівні моря (грудень).

5. Найбільш часто статистично значущі зв'язки між метеорологічними величинами в дати відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка спостерігались на станціях в центральних, північно-східних, східних та окремих південних областях.

Список літератури

1. Волеваха Н.М. О влиянии орографии на гололедные отложения. Труды УкрНИГМИ, 1958. Вып. 13. С. 82-86. 2. Волеваха В.А., Волконская Н.К., Башкирова Л.Е. О возможности прогнозирования интенсивности отложения гололеда. Труды УкрНИГМИ, 1986. Вып. 219. С. 58-67. 3. Волеваха В.А., Прохоренко В.М. Рекомендации к прогнозу умеренного и сильного гололеда на Украине. Труды УкрНИГМИ, 1991. Вып. 239. 48-55. 4. Кошенко А.М. Особо опасные гололеды на Украине. Труды УкрНИГМИ, 1976. Вып. 134. С. 79-91. 5. Кошенко А.М. Особо опасные отложения гололеда в Горном Крыму. Труды УкрНИГМИ, 1977. Вып. 160. С. 3-12. 6. Кошенко А.М. Рекомендации к прогнозу особо опасных отложений гололеда внутримассового происхождения на Украине. Труды УкрНИГМИ, 1977. Вып. 160. С. 13-20. 7. Кошенко А.М. Рекомендации к прогнозу фронтальных гололедов на Украине Труды УкрНИГМИ, 1972. Вып. 113. С. 3-8. 8. Кошенко А.М. Некоторые характеристики внутримассовых гололедов на Украине. Труды УкрНИГМИ, 1972. Вып. 113. С. 9-18. 9. Клімат України [Монографія] / Под ред. Г.Ф. Прихотько, А.В. Ткаченко, В.Н. Бабиченко. Л.: Гидрометеиздат, 1967. 413 с. 10. Клімат України [Монографія] / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабиченко. К.: Вид-во. Раєвського, 2003. 343 с. 11. Опасные явления погоды на Украине / Под ред. К.Т. Логвинова. Труды УкрНИГМИ, 1972. Вып. 110. 235 с. 12. Природа Украинской ССР. Клімат [Монографія] / Под ред. К.Т. Логвинова, М.И. Щербаня. К.: Наукова думка, 1984. 231 с. 13. Прохоренко М.М., Раевский А.Н. Особенности распределения гололедно-изморозевых отложений на территории Украины в аномальные зимы. Метеорология, климатология и гидрология, 1975. Вып. 11. С. 33-37. 14. Прохоренко М.М., Раевский А.Н. Распределение и условия возникновения особо опасных отложений атмосферного льда на территории Украины. Труды УкрНИГМИ, 1973. Вып. 124. С. 84-90. 15. Раевский А.Н. К вопросу о повторяемости гололеда. Метеорология

и гидрология, 1953. № 1. С. 28-31. **16. Раевский А.Н.** Влияние рельефа на распределение гололедно-изморозевых отложений. Труды ОГМИ, 1961. Вып. XXIII. С. 3-10. **17. Раевский А.Н.** О распределении гололеда на территории Украины. Труды УкрНИГМИ., 1961. Вып. 29. С. 50-62. **18. Раевский А.Н.** Влияние особенностей рельефа на распределение гололедных отложений. Труды ГГО, 1961. Вып. 122. С. 75-80. **19. Раевский А.Н.** К вопросу о влиянии рельефа на распределение отложений гололеда в Украинских Карпатах. Метеорология, климатология и гидрология, 1968. Вып. 3. С. 80-84. **20. Раевский А.Н., Вязовченко Е.А.** Синоптические условия образования значительного гололеда в Украинских Карпатах. Метеорология, климатология и гидрология, 1969. Вып. 5. С. 64-70. **21. Раевский А.Н.** К вопросу о влиянии характера рельефа и лесистости на распределение гололедно-изморозевых отложений. Труды УкрНИГМИ, 1967. Вып. 65. С. 113-117. **22. Стихийные метеорологические явления на Украине и Молдавии [Монография] / Под ред. В.Н. Бабиченко.** Л.: Гидрометеиздат, 1991. 223 с. **23. Стихийні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986-2005 рр.) [Монография] / За ред. В.М.Ліпінського, В.І.Осадчого, В.М. Бабіченко.** К.: Вид-во Ніка-Центр, 2006. 311 с. **24. Хоменко І.А.** Метеорологічні умови формування та зберігання льодових відкладень в Одеському регіоні. Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей, 2009. № 2(10). С. 72-85. **25. Хоменко І. А.** Умови та механізми утворення замерзаючих опадів та ожеледно-паморозевих явищ біля поверхні землі та на висотах над територією України. Автореферат дисертаційної роботи...на здобуття наукового ступеня к. геогр. н. за спеціальністю 11.00.09. Одеса, 2013. 17 с.

References

1. Volevakha N.M. O vliyanii orografii na gololednyye otlozheniya. Trudy UkrNIGMI, 1958. Vyp. 13. S. 82-86. **2. Volevakha V.A. Volkonskaya N.K, Bashkirova L.Ye.** O vozmozhnosti prognozirovaniya intensivnosti otlozheniya gololeda. Trudy UkrNIGMI, 1986. Vyp. 219. S. 58-67. **3. Volevakha V.A. Prokhorenko V.M.** Rekomendatsii k prognozu umerennogo i sil'nogo gololeda na Ukraine. Trudy UkrNIGMI, 1991. Vyp. 239. 48-55. **4. Koshenko A.M.** Osobo opasnyye gololedy na Ukraine. Trudy UkrNIGMI, 1976. Vyp. 134. S. 79-91. **5. Koshenko A.M.** Osobo opasnyye otlozheniya gololeda v Gornom Krymu. Trudy UkrNIGMI, 1977. Vyp. 160. S. 3-12. **6. Koshenko A.M.** Rekomendatsii k prognozu osobo opasnykh otlozheniy gololeda vnutrimassovogo proiskhozhdeniya na Ukraine. Trudy UkrNIGMI, 1977. Vyp. 160. S. 13-20. **7. Koshenko A.M.** Rekomendatsii k prognozu frontal'nykh gololedov na Ukraine TrudyUkrNIGMI, 1972. Vyp. 113. S. 3-8. **8. Koshenko A.M.** Nekotoryye kharakteristiki vnutrimassovykh gololedov na Ukraine. Trudy UkrGMI, 1972. Vyp. 113. S. 9-18. **9. Klimat Ukrainy [Monografiya] / Pod red. G.F. Prihot'ko, A.V. Tkachenko, V.N. Babichenko.** L.: Gidrometeoizdat, 1967. 413 s. **10. Klimat Ukraїni [Monografiya] / Za red. V.M. Lїpїn's'kogo, V.A. Dyachuka, V.M. Babїchenko.** K.: Vid-vo. Raēvs'kogo, 2003. 343 s. **11. Opasnyye yavleniya pogody na Ukraine / Pod red. K.T. Logvinova.** Trudy UkrNIGMI, 1972. Vyp. 110. 235 s. **12. Priroda Ukrainy SSR. Klimat [Monografiya] / Pod red. K.T. Logvinova, M.I. Shcherbanya.** K.: Naukova dumka, 1984. 231 s. **13. Prokhorenko M.M., Rayevskiy A.N.** Osobennosti raspredeleniya gololedno-izmorozevykh otlozheniy na territorii Ukrainy v anomal'nyye zimy. Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya, 1975. Vyp. 11. S. 33-37. **14. Prokhorenko M.M, Rayevskiy A.N.** Raspredeleniye i usloviya vzniknoveniya osobo opasnykh otlozheniy atmosfernogo l'da na territorii Ukrainy. Trudy UkrNIGMI, 1973. Vyp. 124. S. 84-90. **15. Rayevskiy A.N.** K voprosu o povtoryayemosti gololeda. Meteorologiya i gidrologiya, 1953. № 1. S. 28-31. **16. Rayevskiy A.N.** Vliyaniye rel'yefa na raspredeleniye gololedno-izmorozevykh otlozheniy. Trudy OGMI, 1961. Vyp. XXIII. S. 3-10. **17. Rayevskiy A.N.** O raspredelenii gololeda na territorii Ukrainy. Trudy UkrNIGMI., 1961. Vyp. 29. S. 50-62. **18. Rayevskiy A.N.** Vliyaniye osobennostey rel'yefa na raspredeleniye gololednykh otlozheniy. Trudy GGO, 1961. Vyp. 122. S. 75-80. **19. Rayevskiy A.N.** K voprosu o vliyanii rel'yefa na raspredeleniye otlozheniy gololeda v Ukrainiskikh Karpatakh. Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya, 1968. Vyp. 3. S. 80-84. **20. Rayevskiy A.N., Vyazovchenko Ye.A.** Sinopticheskiye usloviya obrazovaniya znachitel'nogo gololeda v Ukrainiskikh Karpatakh. Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya, 1969. Vyp. 5. S. 64-70. **21. Rayevskiy A.N.** K voprosu o vliyanii kharaktera rel'yefa i lesistosti na raspredeleniye gololedno-izmorozevykh otlozheniy. Trudy UkrNIGMI, 1967. Vyp. 65. S. 113-117. **22. Stikhiynnye meteorologicheskkiye yavleniya na Ukraine i Moldavii [Monografiya] / Pod red. V.N. Babichenko.**

L.: Gidrometeoizdat, 1991. 223 s. **23. Stikhiyni meteorologichni yavishcha na teritorii Ukraini za ostannê dvadtsyatirichchya (1986-2005 rr.) [Monografiya] /** Za red. V.M.Lipins'kogo, V.I.Osadchogo, V.M. Babichenko. K.: Vid-vo Nika-Tsentr, 2006. 311 s. **24. Khomenko I.A.** Meteorologichni umovi formuvannya ta zberigannya l'odovikh vidkladen' v Odes'komu regioni. Vestnik Gidromettsentra Chernogo i Azovskogo morey, 2009. № 2(10). S. 72-85. **25. Khomenko I. A.** Umovi ta mekhanizmi utvorenniya zamerzayuchikh opadiv ta ozheledno-pamorozevikh yavishch biliya poverkhni zemli ta na visotakh nad teritoriyu Ukraini. Avtoreferat disertatsiynoi roboti na zdobuttya naukovoogo stupenya k. geogr. n. za spetsial'nistyu 11.00.09. Odesa, 2013. 17 s.

Визначення кореляційного зв'язку між окремими метеорологічними величинами у дати початку відкладення ожеледі на території України по місяцях холодного періоду року протягом 2001-2013 рр. та їх просторовий розподіл

Пясецька С.І., Гребенюк Н.П., Савчук С.В.

У статті представлено результати дослідження визначення кореляційного зв'язку між рядом метеорологічних величин у дати початку відкладення ожеледі на дротах стандартного ожеледного станка у окремі місяці холодного періоду року на території України протягом 2001-2013 рр. Дослідження проводилось для 3-х зимових місяців, а також для березня та листопада. Визначено пари метеорологічних параметрів у дати початку відкладення ожеледі які мають статистично значущий коефіцієнт кореляції та отримано просторово-часовий його розподіл у визначених місяцях по території України.

Ключові слова: відкладення ожеледі, метеорологічні параметри, статистично значущий кореляційний зв'язок, коефіцієнт кореляції, місяці холодного періоду року.

Определение корреляционной связи между отдельными метеорологическими величинами в даты начала отложения гололеда на территории Украины по месяцам холодного периода года в течение 2001-2013 гг. и их пространственное распределение

Пясецкая С.И., Гребенюк Н.П., Савчук С.В.

В статье представлены результаты исследования определения корреляционной связи между рядом метеорологических величин в даты начала отложения гололеда на проводах стандартного гололедной станка в отдельные месяцы холодного периода года на территории Украины в течение 2001-2013 гг. Исследование проводилось для 3-х зимних месяцев, а также для марта и ноября. Определены пары метеорологических параметров в даты начала отложения гололеда которые имеют статистично значимый коэффициент корреляции и получены пространственно-временной его распределение в определенных месяцах по территории Украины.

Ключевые слова: отложения гололеда, метеорологические параметры, статистически значимая корреляционная связь, коэффициент корреляции, месяцы холодного периода года.

Determination of the correlation between individual meteorological values at the beginning of the deposition of ice on the territory of Ukraine by the months of the cold period of the year during 2001-2013 and their spatial distribution

Pyasetska S.I., Grebenyuk N.P., Savchuk S.V.

The article presents the results of the study of the determination of the correlation connection between a number of meteorological values at the beginning of the deposition of ice on the wires of a standard ice-cream machine in certain months of the cold period of the year on the territory of Ukraine during 2001-2013. The research was conducted for 3 winter months, as well as for March and November. The pair of meteorological parameters have been determined at the beginning of the deposition of ice that have a statistically significant correlation coefficient and a spatial-temporal distribution of the distribution in certain months across the territory of Ukraine has been obtained.

The most common variant of the statistically significant connection between individual meteorological parameters was the connection between the temperature of the water column (average, maximum, minimum) and relative humidity of air (average, maximum). Thus, for almost all months studied, a statistically significant correlation between the temperature of the vapor (average, maximum, minimum) and relative humidity of air (average, maximum) was established. For the winter months, the correlation coefficient of this connection was positive, and for March and November, it was negative.

A widespread version of a statistically significant connection was the relationship between the air temperature (average, maximum, minimum) and the height of the snow cover. This connection for the months studied turned out to be negative.

The variants of negative statistically significant connection between average wind speed and average relative humidity of air (January-February, December), average and maximum wind speed and sea-level

ISSN:2306-5680 **Гідрологія, гідрохімія і гідроekологія. 2019. № 4 (55)**

pressure (November), and also between daily amount precipitation and snow (March), daily rainfall and wind speed (average, maximum), and pressure at sea level (November).

During the months of the cold period of the year, statistically significant connections between the air temperature (average, maximum) and pressure at sea level (November), wind speed (average, maximum) and average humidity (January, December), pressure on sea levels and average relative humidity (March). Also, there were isolated cases of statistically significant correlation between snow and sea level pressure (December).

The most frequently statistically significant connections between meteorological values at the dates of deposition of ice on the wires of a standard icing machine were observed at stations in the central, northeastern, eastern and separate southern regions.

Keywords: ice deposits, meteorological parameters, statistically significant correlation relations, correlation coefficient, months of the cold period of the year.

Надійшла до редколегії 17.07.2019

УДК 551.584.5

Матвієнко М. О.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

МОДЕЛЬ ENVI-Met – ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СУЧАСНИХ УРБОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Ключові слова: мікроклімат великого міста, урбометеорологічні дослідження, імітаційні моделі, модель «ENVI-met».

Вступ. Складна міська морфологія суттєво впливає на мікроклімат і на тепловий комфорт людини. Такі характеристики, як висота будинків, орієнтація та ширина вулиці, змінюють радіаційний і тепловий баланс міста, трансформують швидкість і напрямок вітру. Заміна природних поверхонь штучними сприяє швидкому стоку опадів і є однією з причин відмінностей вологості у місті. Міські центри за рахунок заасфальтованих та бетонних поверхонь часто характеризуються підвищеною температурою повітря, особливо це простежується у літній період, коли спостерігається підвищена інтенсивність острова тепла. Інформація про особливості мікроклімату та його залежності від параметрів забудови є важливою не тільки для урбометеорологів, але й для архітекторів, інженерів та спеціалістів з містобудування.

Традиційно для дослідження мікроклімату міста застосовували метод спостереження та статистичний метод [42]. Проте, такі методи не можуть залишатися основними для сучасних урбометеорологічних досліджень. Оскільки взаємодія між містобудівним плануванням відповідною архітектурою та погодою дуже складна, їхній сукупний вплив на мікроклімат можна передбачити лише за допомогою чисельних підходів моделювання. Основна перевага таких підходів, порівняно з методом спостереження, полягає у можливості проводити моделювання мікроклімату урбанізованого середовища за різних умов (погоди, забудови, рослинності, водних об'єктів тощо). Крім того, ще однією перевагою є те, що вимірювання, як правило, виконується в обмеженій кількості точок у просторі, а чисельне моделювання може надати інформацію про будь-яку досліджувану змінну у всій змодельованій області.

Хоча мікроклімат великого міста – є найвідомішим напрямком сучасної урбометеорології, проте на сьогоднішній день в її складі виділяють також три інших – біоклімат великого міста, забруднення атмосферного повітря і вразливість та адаптація міст до зміни клімату [3]. Сучасні програмні продукти дають можливість здійснювати наукові дослідження та вирішувати низку практичних задач, що