

ГЕОГРАФІЧНІ АСПЕКТИ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 551.582.2(477)

Затула В.І.¹, Затула Н.І.²

¹ Київський національний університет імені Тараса Шевченка

² Національний авіаційний університет, м. Київ

ТЕРМІЧНА ОКЕАНІЧНІСТЬ КЛІМАТУ УКРАЇНИ

Ключові слова: термічна океанічність; континентальність клімату; регресійний аналіз; статистичні моделі

Вступ. Поділом поверхні Землі на океан і суходіл визначаються найбільш фундаментальні відмінності кліматичного режиму різних регіонів. Відмінності між материковим і морським типами клімату зумовлені реакцією різного типу діяльних поверхонь на зміни радіаційного балансу протягом року. Радіаційні контрасти різних територій, зумовлені особливостями відбивних властивостей ґрунту і води, насамперед позначаються на формуванні термічного режиму. Особливості термічного режиму протягом року лежать в основі чисельних показників континентальності або океанічності клімату, які є своєрідними інтегральними характеристиками клімату.

Постановка та актуальність проблеми. Традицію кількісної оцінки термічних відмінностей континентальних та океанічних кліматів започаткував Генріх Дове в 1852 р. Запропонований ним метод ізаномал широтних температур і досі широко використовується. Загальноприйнятым став також підхід Зупана (1884), що базується на використанні річної амплітуди температури, яка являє собою різницю між середньою температурою найтеплішого і найхолоднішого місяців року.

Разом з тим, річні амплітуди температури у високих широтах значно більші, ніж у низьких. Тому коректне порівняння термічних контрастів в різних регіонах вимагало виключення з річної амплітуди температури впливу географічної широти. З цією метою було запропоновано цілу низку показників континентальності клімату, які ґрунтуються на використанні співвідношення річної амплітуди температури повітря та географічної широти або побудованої від них функції (В. Ценкер, Л. Горчинський, Г. Лаутензах, М.М. Іванов, С.П. Хромов та ін.).

Для території України загальні закономірності географічного розподілу річної амплітуди температури повітря розглядалися З.С. Бондаренко і С.Ф. Рудишиною [1], а індексу континентальності клімату (за С.П. Хромовим) – П.І. Колісником [6]. Ряд важливих особливостей їх просторового розподілу показано також в роботах [4, 5].

Наразі виникає потреба в дослідженні просторового розподілу в Україні показників континентальності клімату, які виходять із особливостей річного ходу температури повітря.

Як відомо, весняні місяці в умовах морського клімату холодніші, ніж осінні. Тому материкові та океанічні клімати характеризуються різною асиметрією річного ходу температури повітря. Цей факт іноді використовується для класифікації

кліматів. Так, в роботі [9] у якості критерію морського клімату у позатропічних широтах Південної Америки розглядалася додатна різниця середніх температур травня і вересня, тоді як від'ємна різниця була критерієм континентального клімату.

Для виділення різних типів клімату можна використовувати й температурні показники інших місяців. Серед інших коефіцієнтів виділяється індекс океанічності Кернера, який являє собою співвідношення різниці середніх температур жовтня і квітня та річної амплітуди температури, виражене у відсотках [7, 10]. Малі або від'ємні значення індексу Кернера вказують на континентальний клімат, а велики додатні значення – визначають океанічність.

Об'єкт дослідження – океанічність клімату України.

Основною метою роботи є характеристика закономірностей просторового розподілу термічної океанічності на території України за кліматологічний стандартний період 1961-1990 рр.

Матеріал і методи дослідження. Представлені у роботі результати отримано шляхом статистичного опрацювання середніх місячних температур повітря на 187 метеорологічних станціях України за період 1961-1990 рр. Ці станції достатньо рівномірно розподілені по території країни і представляють усі її природно-кліматичні зони. Матеріали цих станцій узагальнювалися та аналізувалися за допомогою статистичних методів регресійного аналізу, реалізованих в пакеті програм "Microsoft Excel".

Виклад основного матеріалу. Кліматичний режим внутрішньоконтинентальних і приморських територій відрізняється особливостями річного ходу температури повітря. Для його опису використовується низка різних показників. Відмінності ходу температури повітря протягом теплого періоду року в різних типах клімату характеризує термічна океанічність [8]

$$K_t = \sum t_{VII-X} - \sum t_{V-VII}, \quad (1)$$

де K_t – показник термічної океанічності, °C; $\sum t_{VII-X}$ і $\sum t_{V-VII}$ – суми середніх температур повітря за серпень – жовтень і травень – липень відповідно, °C.

З (1) видно, що при симетричному розподілі температури повітря протягом теплого періоду року відносно характерного для помірних широт максимуму наприкінці липня – на початку серпня показник K_t дорівнює нулю. Очевидно також, що зі збільшенням асиметричності такого розподілу абсолютне значення показника K_t зростає.

За даними багаторічних спостережень (1961-1990 рр.), показник термічної океанічності в Україні коливається в межах від -1,5°C (Херсонеський маяк, Автономна Республіка Крим) до -15,0°C (Куп'янськ Харківської обл.) і в середньому становить -10,6°C. Майже на 80 % метеорологічних станцій цей показник коливався від -8 до -14°C (табл. 1).

Загальний характер і ступінь впливу складових географічного середовища на термічну океанічність оцінювався за допомогою методів регресійного аналізу. Для оцінки залежності термічної океанічності від окремих складових географічного положення метеорологічної станції – її довготи (λ , град.), широти (ϕ , град.), висоти над рівнем моря (h , м н.р.м.) та середнього ступеня закритості горизонту (θ , град.) використовувався метод парної лінійної регресії, для сукупності географічних умов – метод множинної лінійної регресії.

Статистичну модель залежності між двома величинами можна представити у вигляді

$$K_t = ax + b, \quad (2)$$

де K_t – залежна величина (у нашому випадку термічна океанічність, °C); x – незалежна величина (досліджуваний фактор впливу); a і b – деякі безрозмірні коефіцієнти.

Таблиця 1. Повторюваність в Україні термічної океанічності різних градацій

| Термічна океанічність, °C | Повторюваність | |
|------------------------------|----------------|--------------|
| | випадків | % |
| -16...-14 | 12 | 6,4 |
| -14...-12 | 52 | 27,8 |
| -12...-10 | 53 | 28,3 |
| -10...-8 | 43 | 23,0 |
| -8...-6 | 16 | 8,6 |
| -6...-4 | 9 | 4,8 |
| -4...-2 | 1 | 0,5 |
| -2...0 | 1 | 0,5 |
| Всього | 187 | 100,0 |

Тісноту залежності між ними характеризує коефіцієнт детермінації R^2 , що є співвідношенням частини варіації, яка зумовлена відповідним чинником впливу, до загальної варіації залежної величини. Чим ближче цей показник до одиниці, тим тіснішою вважається залежність [3].

Нижче представлено основні результати такого дослідження у розрізі окремих географічних регіонів країни (табл. 2-5), назви і склад яких подано відповідно до [5].

Таблиця 2. Параметри рівняння лінійної регресії, що описують залежність термічної океанічності від географічної довготи для окремих частин території України

| Номер групи | Охоплена територія (назва групи) | Кількість метео- станцій | Параметри рівняння лінійної регресії | | |
|----------------|--------------------------------------|--------------------------------|---|--------|-------|
| | | | a | b | R^2 |
| 1 | рівнинна територія України (основна) | 145 | -0,275 | -2,84 | 0,366 |
| 2 | Українські Карпати | 22 | 0,106 | -10,58 | 0,006 |
| 2а | Закарпатська низовина | 3 | -1,408 | 22,61 | 0,996 |
| 2б | власне Українські Карпати | 10 | 0,518 | -19,73 | 0,090 |
| 2в | Прикарпаття | 9 | -0,566 | 5,28 | 0,377 |
| 3 | Кримські гори | 13 | -1,813 | 56,25 | 0,184 |
| 4 | центрально-кримський степ | 7 | -0,134 | -2,04 | 0,024 |
| 1-4 | Україна в цілому | 187 | -0,224 | -3,61 | 0,149 |

Аналіз табл. 2 показує, що з просуванням із заходу на схід термічна океанічність на території України зазвичай послаблюється із середньою швидкістю

0,22°C на 1° довготи (коєфіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,15$). У ряді регіонів (на основній частині рівнинної території України, в Прикарпатті і Закарпатті, а також в Кримських горах) термічна океанічність у цьому напрямку зменшується ще швидше. Нечітко виражена протилежна тенденція відмічається тільки на території Українських Карпат, винятково за рахунок найбільш високогірної їх частини.

Термічна океанічність, як і інші риси континентальності та океанічності, значною мірою залежить від широти (табл. 3), оскільки при її оцінці необхідно зважати на зміну тривалості світлового дня [2]. В крайніх південних регіонах України термічні відмінності між сезонами помітно послаблюються. Так, метеостанції на півдні Кримського півострова характеризуються переважно середземноморським типом клімату, в умовах якого близькість Чорного моря проявляється у більш згладженому річному ході температури, причому зростання температури влітку обмежується частими морськими бризами.

Таблиця 3. Параметри рівняння лінійної регресії, що описують залежність термічної океанічності від географічної широти для окремих частин території України

| Номер групи | Охоплена територія (назва групи) | Кількість метеостанцій | Параметри рівняння лінійної регресії | | |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------|-------|
| | | | a | b | R^2 |
| 1 | рівнинна територія України (основна) | 145 | -0,501 | 12,91 | 0,236 |
| 2 | Українські Карпати | 22 | 0,070 | -11,46 | 0,001 |
| 2а | Закарпатська низовина | 3 | 2,233 | -117,32 | 0,577 |
| 2б | власне Українські Карпати | 10 | -0,459 | 14,85 | 0,015 |
| 2в | Прикарпаття | 9 | 0,598 | -37,71 | 0,137 |
| 3 | Кримські гори | 13 | -6,251 | 273,81 | 0,438 |
| 4 | центрально-кримський степ | 7 | 3,109 | -147,75 | 0,091 |
| 1-4 | Україна в цілому | 187 | -0,830 | 29,61 | 0,391 |

Термічний вплив Чорного і Азовського морів на клімат України найбільшою мірою виявляє себе восени та взимку. Завдяки йому термічна океанічність на крайньому півдні України досягає найбільших абсолютних значень. Якщо середній горизонтальний градієнт термічної океанічності для України в цілому становить -0,83°C /1° широти, то в Кримських горах він майже у 8 разів більший і дорівнює -6,25°C /1° широти. Ці значення градієнта досягаються при достатньо вагомих значеннях коєфіцієнта детермінації – 0,39 і 0,44 відповідно. Зауважимо також, що для основної частини рівнинної території країни цей зв'язок виявився менш чітким, ніж для України в цілому. У чотирьох регіонах країни термічна океанічність з широтою навіть зростає, хоча достовірність такої залежності (див. параметр R^2 в табл. 3) сумнівна.

З висотою термічна океанічність на території України дещо зростає (табл. 4). Вертикальний градієнт цього показника становить близько 0,39°C/100 м висоти. Найбільш переконливо виглядає регресійна залежність термічної океанічності з висотою в Карпатському макрорегіоні і в його гірських районах зокрема, де її тіснота наближається до функціональної ($R^2 > 0,75$). Разом з тим, в низці регіонів спостерігається хоч і слабка, але протилежна залежність.

Середній ступінь закритості горизонту виявився найменш інформативною ознакою для оцінки просторового розподілу термічної океанічності в Україні (табл. 5). Помітнішу роль він відіграє тільки в Карпатському регіоні. Особливо

відчутно зменшується термічна океанічність в добре захищених з усіх боків улоговинах і тісних річкових долинах високогірної частини Карпат ($R^2 = 0,38$). Гірські хребти виконують тут роль орографічних перешкод, які посилюють ефект континентальності.

Таблиця 4. Параметри рівняння лінійної регресії, що описують залежність термічної океанічності від абсолютної висоти для окремих частин території України

| Номер групи | Охоплена територія (назва групи) | Кількість метеостанцій | Параметри рівняння лінійної регресії | | |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------|-------|
| | | | a | b | R^2 |
| 1 | рівнинна територія України (основна) | 145 | -0,0013 | -11,43 | 0,004 |
| 2 | Українські Карпати | 22 | 0,0034 | -9,64 | 0,766 |
| 2а | Закарпатська низовина | 3 | -0,0237 | -6,30 | 0,904 |
| 2б | власне Українські Карпати | 10 | 0,0036 | -9,93 | 0,878 |
| 2в | Прикарпаття | 9 | 0,0055 | -10,09 | 0,374 |
| 3 | Кримські гори | 13 | -0,0010 | -5,44 | 0,035 |
| 4 | центрально-кримський степ | 7 | -0,0378 | -6,10 | 0,265 |
| 1-4 | Україна в цілому | 187 | 0,0039 | -11,35 | 0,094 |

Таким чином, суттєвий вплив на термічну океанічність у різних регіонах країни виявляють три величини, а саме географічні координати та абсолютна висота метеостанції. Інтегральним виразом сукупного впливу цих величин на термічну океанічність в Україні може слугувати така модель множинної регресії:

$$K_t = -0,349\lambda - 1,108\phi + 0,0017h + 53,68, \quad (3)$$

де K_t – термічна океанічність, °C; λ і ϕ – географічні координати (довгота і широта) метеорологічної станції, град.; h – висота над рівнем моря, м.

Таблиця 5. Параметри рівняння лінійної регресії, що описують залежність термічної океанічності від середнього ступеня закритості горизонту для окремих частин території України

| Номер групи | Охоплена територія (назва групи) | Кількість метеостанцій | Параметри рівняння лінійної регресії | | |
|-------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------|-------|
| | | | a | b | R^2 |
| 1 | рівнинна територія України (основна) | 140 | -0,006 | -11,57 | 0,000 |
| 2 | Українські Карпати | 21 | -0,131 | -7,06 | 0,152 |
| 2а | Закарпатська низовина | 3 | -0,114 | -8,44 | 0,960 |
| 2б | власне Українські Карпати | 9 | -0,251 | -5,35 | 0,380 |
| 2в | Прикарпаття | 9 | -0,036 | -8,10 | 0,027 |
| 3 | Кримські гори | 11 | 0,114 | -6,39 | 0,110 |
| 4 | центрально-кримський степ | 7 | 0,086 | -6,96 | 0,021 |
| 1-4 | Україна в цілому | 179 | -0,003 | -10,62 | 0,000 |

Коефіцієнт детермінованості рівняння (3) становить 0,789, що вказує на велику тісноту зв'язку між розглядуваними чинниками впливу і залежною від них величиною термічної океанічності. Про невипадковість виявленого взаємозв'язку говорить дуже високе значення F-статистики (227,7). Емпіричні значення t-статистики також значно перевищують критичний рівень цієї статистики (2,603) для рівня значущості $\alpha = 0,01$ і вказують на статистичну значущість отриманих коефіцієнтів та корисність усіх змінних для практичного використання даної моделі множинної регресії.

Рис. 1 ілюструє в цілому добру відповідність оціночних значень термічної океанічності за моделлю (3) їхнім фактичним значенням для більшості метеорологічних станцій країни.

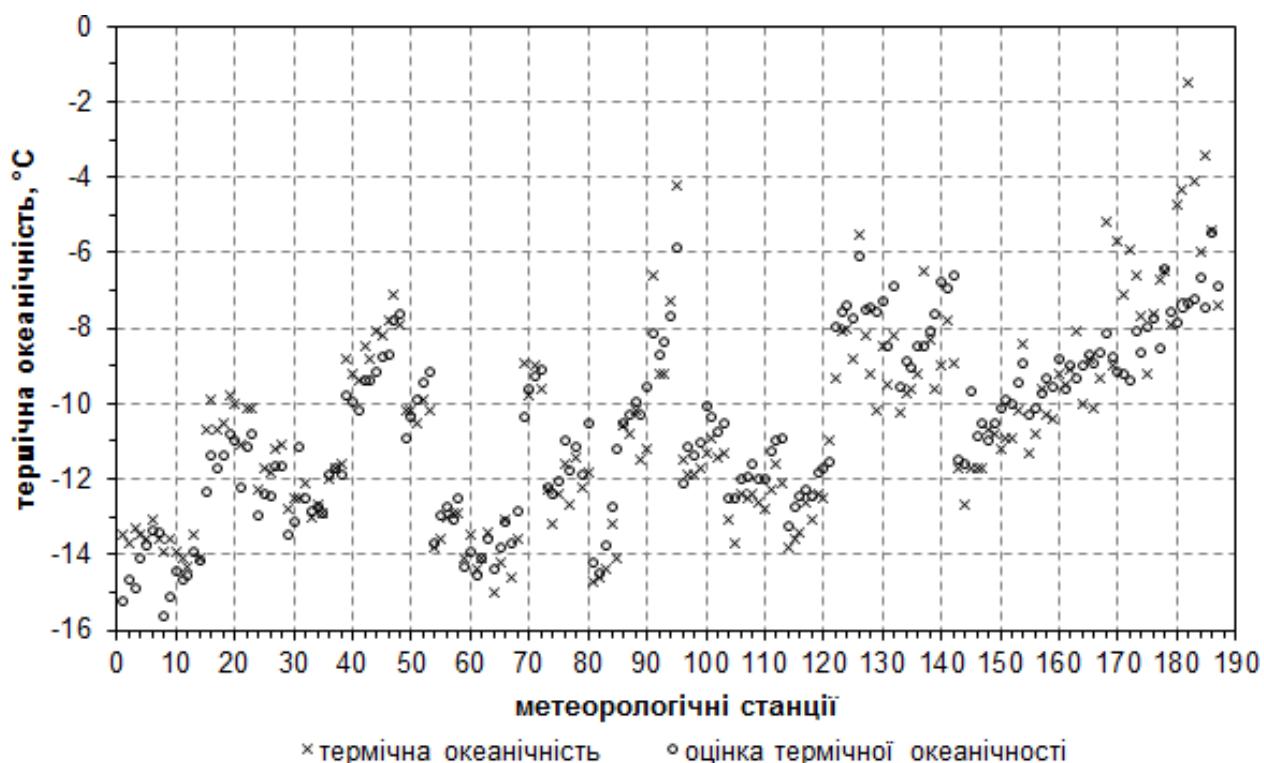


Рис. 1. Відповідність змодельованих і фактичних значень термічної океанічності на території України

Середня абсолютна похибка оцінки термічної океанічності за рівнянням (3) дорівнює $0,88^{\circ}\text{C}$, середня відносна похибка – 12 %. У більш як 70 % усіх випадків відносна похибка оцінки термічної океанічності не перевищує 10 %.

З допомогою нормованої моделі множинної регресії [3], було оцінено внесок окремих елементів географічного положення в загальну дисперсію показника K_t . Виявилося, що внесок географічної довготи в загальну дисперсію термічної океанічності в Україні за трифакторною моделлю регресії (3) становить 38,3 %, географічної широти – 53,1 %, абсолютної висоти – тільки 8,5 %.

Висновки. Термічна океанічність може використовуватися в якості ефективного показника континентальності клімату, оскільки вона дуже чутлива до особливостей сезонного ходу температури повітря над районами формування морських і континентальних типів повітряних мас, які визначають термічний режим величезних територій в теплий період року. В умовах України найважливішу кліматоутворальну роль відіграє послаблення термічної океанічності з віддаленням від Атлантики. Приморське положення південних регіонів країни має

підпорядковане значення. Специфічними рисами просторового розподілу термічної океанічності вирізняються Українські Карпати і Крим.

Термічна океанічність в Україні найбільше залежить від географічної довготи і широти, меншою мірою – від висоти над рівнем моря. Водночас, середній ступінь закритості горизонту у більшості випадків виявився малоінформативною ознакою.

Список літератури

1. Бабиченко В.Н. и др. Температура воздуха на Украине / В.Н. Бабиченко, С.Ф. Рудышна, З.С. Бондаренко, Л.М. Гущина / Под ред. В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 400 с.
2. Блютген И. География климатов: Пер. с нем. / И. Блютген. – М.: Прогресс, 1973. – Т. 2. – 402 с.
3. Жлуктенко В.І. Теорія ймовірностей і математична статистика: У 2-х ч. – Ч. II. Математична статистика / В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний, С.С. Савіна. – К.: КНЕУ, 2001. – 336 с.
4. Затула В.І. Річна амплітуда температури повітря і континентальність клімату України / В.І. Затула, Н.І. Затула // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2013. – Т. 4(31). – С. 95-101.
5. Затула В.І. Дослідження залежності ступеня континентальності клімату України від географічного положення методами регресійного аналізу / В.І. Затула, Н.І. Затула // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Наук. збірник / Гол. редактор В.К. Хільчевський. – 2015. – Т. 1(36). – С. 130-136.
6. Колісник П.І. Континентальність клімату України / П.І. Колісник // Вісник Київ. ун-ту. Географія. – 1980. – Вип. 22. – С. 36-41.
7. Gadiwala M.S. Oceanity and continentality climate indices in Pakistan / M.S. Gadiwala, F. Burke, M.T. Alam, S. Nawaz-ul-Huda, M. Azam // Malaysian Journal of Society and Space. – 2013. – Vol. 9, issue 4. – P. 57-66.
8. Henze H. Ozeanit und Kontinentalit bei den sommerlichen Niederschlgen Norddeutschland / H. Henze // Meteor. Z. – 1929. – Bd. 46. – S. 129-137.
9. Prohaska F. The climate of Argentina, Paraguay and Uruguay // Climates of Central and South America. World Survey of Climatology / By ed. W. Schwerdtfeger. – 1976. - Vol. 12. – P. 13-112.
10. Rajabi A. Climate index changes in future by using SDSM in Kermanshah, Iran / A. Rajabi, S. Shabanlou // Journal of environmental research and development. - 2012. - Vol. 7, N. 1. – P. 37-44.

Термічна океанічність клімату України

Затула В.І., Затула Н.І.

Розглянуто вплив фізико-географічних умов на термічну океанічність в окремих регіонах України. Побудовано регресійні моделі показника термічної океанічності залежно від фізико-географічних умов. Оцінено внесок окремих елементів географічного положення в загальну дисперсію розглядуваного показника на території України.

Ключові слова: термічна океанічність; континентальність клімату; регресійний аналіз; статистичні моделі

Термическая океаничность климата Украины

Затула В.И., Затула Н.И.

Рассмотрено влияние физико-географических условий на термическую океаничность в отдельных регионах Украины. Построены регрессионные модели показателя термической океаничности в зависимости от физико-географических условий. Оценен вклад отдельных элементов географического положения в общую дисперсию рассматриваемого показателя на территории Украины.

Ключевые слова: термическая океаничность; континентальность климата; регрессионный анализ; статистические модели.

The thermal oceanicity of Ukrainian climate

Zatula V.I., Zatula N.I.

This article is devoted to thermal oceanicity that characterize differences of change air temperature during the warmest period of the year in various types of climate. The paper studied the regularities of spatial distribution of thermal oceanicity index in Ukraine for the period 1961-1990 years. The data of 187 weather stations was processed that quite uniformly distributed across the country and representing all its climatic zones.

The degree of influence of components of the geographical environment was estimated using regression analysis techniques. The simple linear regression method was used for estimation of thermal oceanicity depending on the geographical location of individual components of weather station – its longitude, latitude, altitude and average degree of closeness of the horizon, and the method of multiple linear regression – on the totality of the conditions geographical location of the weather stations.

It was found that weather station geographical coordinates and altitudes reveal a significant impact on the thermal oceanicity across the country. The thermal oceanicity in Ukraine usually decrease from west to east with an average speed of 0,22°C per 1° of longitude. The thermal oceanicity decreases from south to north even faster (-0,83°C/1°). The largest absolute values of oceanicity (-1,5°C) occur on the Southern coast of Crimea, and the lowest value (-15,0°C) – on the east, where the total impact of Black sea, Azov sea and Atlantic is the lowest. Vertical gradient of thermal oceanicity is about 0,39°C per 100 m of height.

The 3-factor regression model was built for the above elements of geographical location. It was determined that the contribution of geographic longitude in the total variance of thermal oceanicity is 38.3%, latitude – 53.1%, altitude – only 8.5%.

Keywords: thermal oceanicity; climate continentality; regression analysis; statistical models.

Надійшла до редколегії 25.03.2016

УДК 551.4.037-047.37

Маляренко О. С.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЛАНДШАФТНА КАРТА ЯК ОСНОВА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РЕГІОНАЛЬНОЇ ЕКОМЕРЕЖІ У ПІВНІЧНОМУ ПРИАЗОВІ

Ключові слова: ландшафтна карта, регіональна екомережа, геоінформаційне моделювання

Стан проблеми. При здійсненні моделювання регіональної екологічної мережі в Північному Приазов'ї та ідентифікації її основних структурних елементів вагомим джерелом інформації є ландшафтна карта, яка, *по-перше*, дає змогу здійснити розрахунок основних метрик ландшафтного різноманіття (хорологічного, типологічного, контрастності, репрезентативності тощо), *по друге*, таким чином дозволяє виявити ділянки з високими показниками різноманіття ландшафтів і відповідно біоти та дає можливість стохастично окресли майбутні екоядра чи/або екокоридори. Крім того, зважаючи на відсутність прийнятних за якістю та мірилом ландшафтних карт для вищезазначеного регіону та розуміючи необхідність подальшого адекватного залучення таких карт до процесу геоінформаційного моделювання екомережі **актуальною проблемою**, яку слід вирішити є висвітлення власне самого алгоритму та можливих джерел її формування.

Першопочатково слід відмітити, що у працях [1, 2, 11] детально висвітлені основні теоретичні аспекти та вихідні принципи картографування ландшафтів, у монографії [8] було розроблено теоретико-прикладні основи геоінформаційного моделювання регіональної екологічної мережі (на прикладі басейну річки Рось) та запропоновано підходи до геоінформаційно-математичного розрахунку та тестування основних показників ландшафтного різноманіття, у праці [9] було охарактеризовано основні методи геоекологічних досліджень, які можна здійснити за допомогою ГІС SAGA, у т.ч. ті із них, котрі можуть бути застосовані при картографуванні ландшафтів. Однаке, при цьому фактично не висвітленим залишився власне практичний аспект формування та основні джерела геоданих, котрі можуть бути використані при створенні ландшафтних карт регіональної розмірності за допомогою ГІС. Звідси, **головною метою даної роботи** є розгляд

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2016. – Т.1(40)