

УДК 631.67

МЕЛІОРАТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ АГРОЛАНДШАФТІВ УКРАЇНИ

Ю.О. МИХАЙЛОВ, Ю.Ю. ДАНИЛЕНКО, С.М. ЛЮТНИЦЬКИЙ

Інститут гідротехніки і меліорації НААН

Наведено методичні засади оцінки меліоративних властивостей агроландшафтів за даними космічних знімків.

Ключові слова: меліорація, агроландшафти, дистанційне зондування Землі

Проблема за своєю сутністю полягає у складності та багатогранності методів і засобів сільськогосподарської меліорації земель. Звичайні підходи, зосереджені лише на меліорації окремих орних ділянок, вичерпали себе вже тому, що не враховують перехресного впливу на них усіх компонентів довкілля.

Окремі елементи агроландшафтів мають одночасно екстравертивні, спрямовані назовні, та інтровертивні, спрямовані усередину, впливи на мікроклімат територій. За вимогами теорії [1] такі складні системи потрібно вивчати в цілому. Але ця вимога ускладнюється внаслідок браку даних про стан агроландшафтів, які апіорі є об'єктами з територіально розподіленими параметрами, в межах яких неможливо організувати наземний моніторинг. Проблема сьогодні можна розв'язати лише завдяки використанню космічних знімків різної інформаційної насиченості.

Робоча гіпотеза враховує обґрунтоване попередніми дослідженнями припущення про можливість оцінити меліоративні

© Ю.О. Михайлов, Ю.Ю. Даниленко, С.М. Лютницький, 2010
Меліорація і водне господарство. 2010. Вип. 98

властивості агроландшафту, класифікуючи космічні знімки високої розподільної здатності на окремі тематичні шари і оцінюючи тісноту кореляційного зв'язку між ними. Такими тематичними шарами є температурні поля приземного шару повітря, просторове розподілення морфологічних параметрів деревовидної рослинності та меліорованих масивів, показника вегетаційного стану сільськогосподарських культур і трав'янистої рослинності взагалі.

Меліоративний стан сільської території можна вважати задовільним, якщо її агроландшафт формує усталений мікроклімат, що сприяє розвитку рослин, перш за все, завдяки вологості та теплу, кількість яких варіює у просторі й часі. Ступінь варіювання визначають режим атмосферних опадів і штучних поливів, альbedo земної поверхні, експозиція та крутизна схилів, ґрунти, вегетативний стан рослин тощо. Але генералізованим показником тут є все ж таки тепло. Чим його більше, тим більше потрібно запасів води у ґрунті і більше вуглеводів рослини витрачають на підтримання своєї поточної життєдіяльності на шкоду кінцевому врожаю.

Зменшити температуру приземного шару повітря можна завдяки затіненню території деревовидною, а поверхні ґрунту трав'янистою рослинністю, її штучному зволоженню. Фактично, застосовуючи методи і засоби лісової та гідротехнічної меліорації земель.

Відкритим, на наш погляд, залишається питання оптимального співвідношення між масштабами цих меліоративних заходів, за яких температура приземного шару повітря буде мінімальною при інших рівних умовах.

Дискусійним є також питання щодо методичного та експериментального обґрунтування таких заходів, чому, власне, і присвячена ця стаття.

Метод полягає у:

- дешифруванні космічних знімків з виділенням тематичних шарів, які характеризують температуру приземного шару повітря, морфологію (густоту, $\text{км}/\text{км}^2$) деревовидної рослин-

ності і вегетативний стан трав'яного покриву (нормалізований різницевий вегетаційний індекс – NDVI), питому площу зрошуваних земель;

• встановленні залежності температури приземного шару повітря від густоти лісових насаджень, питомої площі зрошуваних земель, вегетаційного індексу, за якими визначають умови набуття агроландшафтом максимальних меліоративних властивостей, тобто мінімуму температури приземного шару повітря.

Кореляційний аналіз здійснено методом віртуальної палетки [2], яку накладають на тематичні шари і для тих самих осередків палетки розраховують середнє значення показника тематичного шару. В нашому випадку один осередок вміщував близько 278 тис. пікселів.

Найбільш дискусійними питаннями в цьому методі є репрезентативність космічних знімків, а отже, й отриманих з їхнім використанням результатів, а також методів і програмних продуктів для їхнього обробітку. Абсолютно точної відповіді тут не варто чекати, тому щодо методів і програм скористаємось визнаними у світі методиками дешифрування та пакетом спеціального програмного забезпечення, щодо репрезентативності наведемо такі аргументи.

Відома більшості вчених гіпотеза ергодичності дає змогу для збереження інформативності та варіабельності рядів вихідних даних замінити часові ряди, отримані в окремій точці простору шляхом довгострокових регулярних спостережень (локального моніторингу), рядами, отриманими моментально, але у достатній кількості точок простору, що досліджуються (фоновий моніторинг).

Стосовно до поставленої авторами проблеми такий підхід є більш прийнятним з огляду на те, що, по-перше, зміни у структурі агроландшафтів є усталеними і відбуваються роками, по-друге, встановлюється лише працездатність запропонованого методу оцінки меліоративних властивостей агроландшафтів, а не їхня динаміка у часі, по-третє, найбільш

пріоритетним у методі є інформаційна насиченість прийнятого до розгляду космічного знімка, тобто широкий спектральний діапазон, висока просторова розподільна здатність, час здійснення зйомки.

Нами використано багатоспектральні знімки, зроблені космічними апаратами Landsat, а також синтезовані зображення TerraLook, дані радарної топографічної зйомки, паперові картографічні матеріали. Результати класифікації деревовидної рослинності перевірено польовими дослідженнями.

Знімки, що використані при дослідженні степових регіонів (Каховський та Кам'янський зрошувані масиви), зроблено 21 серпня 2000 р. близько 11-ї год дня. Для ділянок Лісостепу використано знімки на 12-ту год дня 17 липня 2001 р. (Рівненська область) та на 11.30 24 серпня 2007 р. (Кіровоградська область). Якщо нашим методом буде доведено меліоративні властивості агроландшафтів, то цей результат стане актуальним у менш екстремальних умовах.

Вибір знімків, зроблених улітку, зумовлений також тим, що в цей період року на території України переважає так званий конвекційний перенос повітряних мас, які формуються, як правило, в межах відносно невеликих (радіусом до 2 км) території завдяки процесам внутрішнього обміну теплом і вологою.

Оптимальною для розвитку біомаси є температура в межах 20–30°C. Максимальний понижувальний вплив на температуру приземного шару повітря лісосмуги дають у ясні та жаркі дні, коли різниця в бік пониження температури на полі з ажурними лісосмугами становить 1,4–2,1°C, а на полі з продуктивними лісосмугами – 0,7–1,6°C. На зрошуваному полі навіть без лісосмуг температура менша на 3,1–3,3°C, на захищеному лісосмугами суходолі – на 2,7–2,8°C [3].

У холодну пору року відбувається так званий адвекційний перенос великих повітряних мас з Атлантики або Арктики та Східного і Західного Сибіру. Погодні умови стають більш рівномірними, а температура і вологість повітряних мас зумовлюються зовнішніми факторами.

Оцінку меліоративних властивостей агроландшафтів методом авторів статті виконано для трьох регіонів України, а саме Каховського і Кам'янського зрошуваних масивів (Південний і Північний Степ), Кіровоградської області (Південний Лісостеп), Володимирецького району Рівненської області (Північний Лісостеп).

Результати досліджень представимо у вигляді поверхонь відклику функцій, які описують зв'язок максимальної температури (°C) приземного шару повітря з густрою (км/км²) лісових насаджень, питомою площею зрошення (% загальної площі угідь), нормалізованим різницеvim вегетаційним індексом (NDVI).

Підставою для цього є дані кореляційних матриць для основних тематичних шарів, класифікованих нами в процесі досліджень (таблиця).

Кореляційний зв'язок між показниками стану агроландшафтів зрошуваних масивів

Показники тематичних шарів	NDVI	Альbedo, r	Ухил поверхні	Температура, t °C
Каховський зрошуваний масив				
NDVI	1			
Альbedo	-0,44	1		
Ухил поверхні	0,62	-0,12	1	
Температура, °C	-0,96	0,32	-0,77	1
Кам'янський зрошуваний масив				
NDVI	1			
Альbedo	0,28	1		
Ухил поверхні	-0,06	0,44	1	
Температура, °C	-0,82	0,15	-0,02	1

Каховський зрошуваний масив характеризується суцільним дефіцитом лісонасаджень, густина яких дорівнює в середньому 0,91 км/км². Мікроклімат території нині більш-менш сприятливий для сільськогосподарського виробництва лише завдяки систематичному (39%) зрошенню за вираженого де-

фіциту зрошуваних земель у зоні Північно-Кримського каналу (рис. 1, 2).

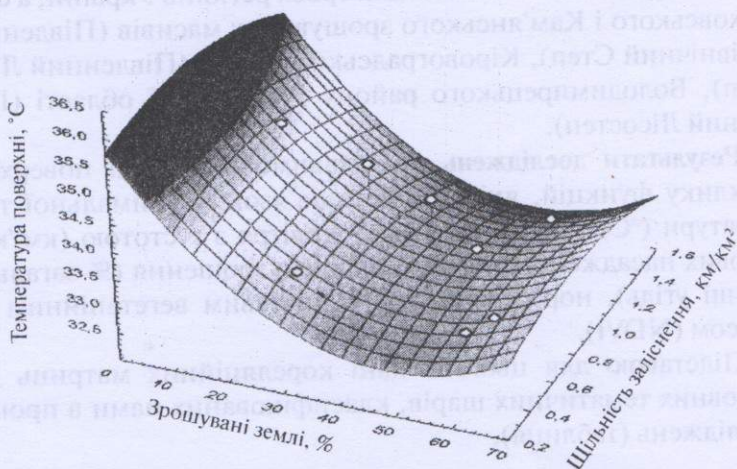


Рис. 1. Зв'язок між МКФ для рівнинної частини Каховського зрошуваного масиву

Для вододільних плато вплив на температуру поверхні, якою є приземний шар повітря T , лісосмуг та зрошення описується емпіричною формулою:

$$T = 35,54 - 0,12F + 1,22G + 0,0013F^2 + 0,0027FG - 0,94G^2, \quad (1)$$

де F – питома площа зрошуваних земель, %; G – густина заліснення, км/км². Для зручності будемо їх називати далі мікрокліматичними факторами (МКФ).

Для умов дніпровської тераси в межах Каховського зрошуваного масиву:

$$T = 34,22 + 0,20F - 7,083G - 0,0009F^2 - 0,23FG + 6,029G^2. \quad (2)$$

Зважаючи на рис. 1–2, до територій з високими меліоративними властивостями можна віднести ділянки з густиною заліснення не менше 1,2 км/км² та питомою площею зрошення 40–50 %. За таких умов максимальна температура приземного шару повітря становитиме 32 °С.

Формули (1), (2), які описують графіки на рис. 1–2, мають середньоквадратичну похибку $0,28^{\circ}\text{C}$.

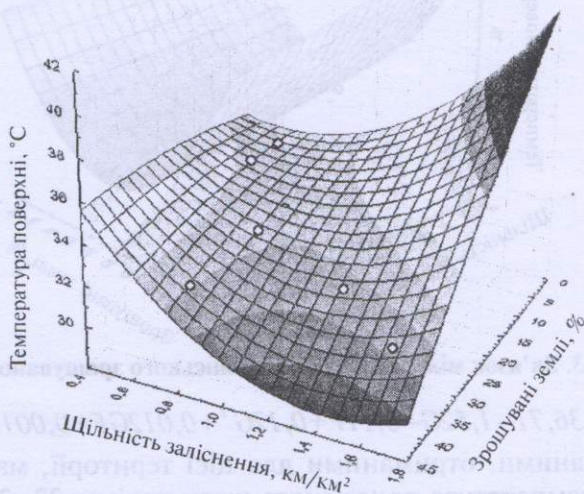


Рис. 2. Зв'язок між МКФ для дніпровської тераси Каховського зрошуваного масиву

Кам'янський зрошуваний масив характеризується середньою густиною лісосмуг $1,06 \text{ км/км}^2$ і питомою площею зрошуваних земель 34%, тобто заліснення є майже оптимальним порівняно з Каховським масивом.

Меншою, але не значуще порівняно з Каховським зрошуваним масивом, є питома площа зрошення. Основною відмінністю у даному разі є майже удвічі менший обсяг постачання поливних вод на зрошувані землі Кам'янського масиву.

Температура поверхні змінюється за залежністю, яка відображена поверхнею відклику на рис. 3. Середньоквадратичне відхилення розрахованих за формулою (3) значень від фактичних становить $1,95^{\circ}\text{C}$.

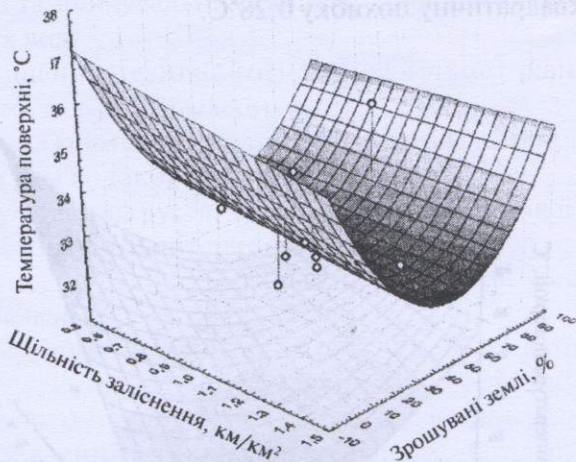


Рис. 3. Зв'язок між МКФ для Кам'янського зрошуваного масиву

$$T = 36,71 - 1,52G - 0,11F + 0,12G^2 + 0,012GF + 0,001F^2. \quad (3)$$

За даними, отриманими для цієї території, максимальна денна температура приземного шару повітря 32–33°C притаманна зрошуваним агроландшафтам з густрою лісосмуг 0,5–0,7 км/км² та питомою площею зрошення 25–30%.

Кам'янський зрошуваний масив належить до збіднених зрошенням агроландшафтів з порівняно розвиненими лісосмугами, що в комплексі дає підстави віднести його до категорії агроландшафтів із середніми меліоративними властивостями.

При збідненому на рослинність агроландшафті та відсутності зрошення максимальна температура приземного шару повітря буде перевищувати 35°C.

Кіровоградська область має лісові насадження, представлені лісосмугами, суцільними лісовими масивами та лісовими насадженнями в балково-яружній мережі. Середня густина заліснення становить 0,89 км/км². Для суцільних лісових масивів обраховували їхній периметр, тому що в даному разі важливішими є екстравертивні властивості цих елементів агроландшафту. Зрошення практично відсутнє.

Основними мікрокліматичними факторами тут (рис. 4) є температура приземного шару повітря, лісові насадження і нормалізований різницевий вегетаційний індекс (NDVI). Парна лінійна кореляція температури з останнім фактором становить $-0,91$.

$T = 31,61 - 38,92J + 3,66G + 39,71J^2 - 5,01GJ - 0,84G^2$, (4)
де J – значення NDVI.

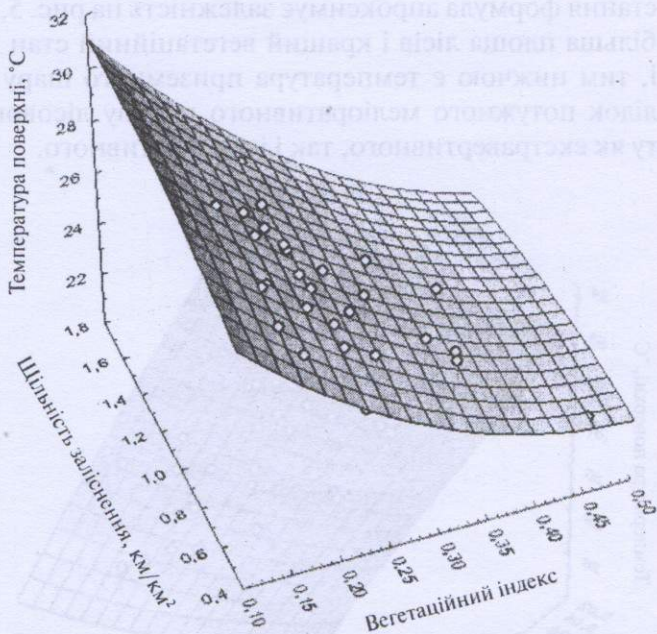


Рис. 4. Зв'язок між МКФ для Кіровоградської області

Формула (4) є апроксимацією залежності на рис. 4, за якою температура тим менша, чим вищий вегетаційний індекс рослинності. Густота лісових насаджень впливає на температуру мало. Поясненням цього може бути більш слабка конвекційна складова переносу повітряних мас у Лісостепу.

Середньоквадратичне відхилення розрахованих за (4) значень від фактичних становить $0,58^{\circ}\text{C}$.

Рівненська область має значну щільність заліснення, а саме 46%. Найбільш залісненими є долини річок. Лісові масиви різняться між собою за віком деревостану. Тут основними мікрокліматичними факторами є температура приземного шару повітря, площа лісів F та вегетаційний стан рослинності J , про що свідчить графік на рис. 5.

$$T = 33,06 - 5,30J - 0,0098F - 10,06J^2 - 0,11FJ + 0,0002F^2. \quad (5)$$

Остання формула апроксимує залежність на рис. 5, за якою чим більша площа лісів і кращий вегетаційний стан рослинності, тим нижчою є температура приземного шару повітря внаслідок потужного меліоративного впливу лісового ландшафту як екстравертивного, так і інтровертивного.

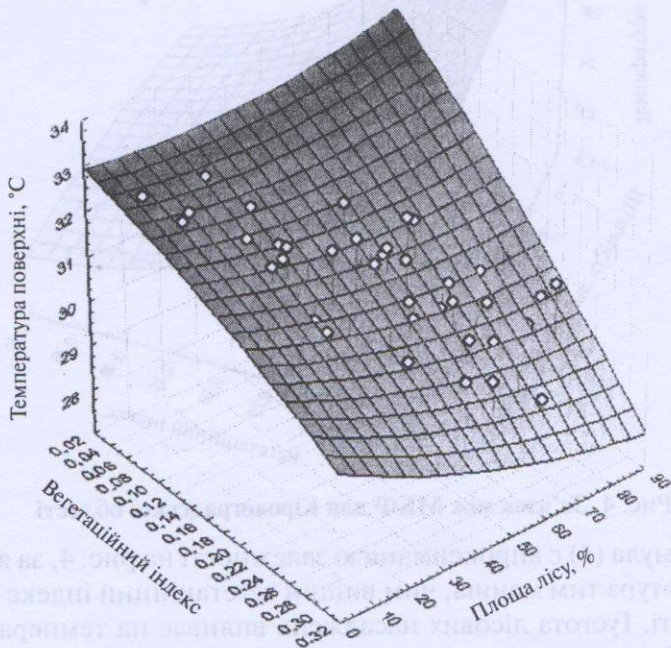


Рис. 5. Зв'язок між МКФ для Рівненської області

Середньоквадратичне відхилення розрахованих за (4) значень від фактичних становить $0,50^{\circ}\text{C}$.

Висновки. Індикатором меліоративних властивостей агроландшафтів є максимальна температура приземного шару повітря у вегетаційний сезон, яка тим менша, чим більша питома площа зрошуваних земель і лісонасаджень та кращий вегетаційний стан рослинності.

Для умов Степу України оптимальне значення густоти лісо-смуг становить 0,8–1,2 км/км², питомої площі зрошення – 40–50 %, для умов Південного Лісостепу – відповідно 1,5–1,8 км/км², Північного Лісостепу – відповідно 55–65 % лісистості.

Рослинність, підвищуючи шорсткість земної поверхні, знижує вплив турбулентності на перенос вологи, вирівнює температуру повітря, зрошення його охолоджує. За відсутності зрошення меліоративна роль рослинності зростає. Лісові масиви, як і зрошувані землі, є осередками охолодження повітря.

1. Месарович М. Общая теория систем: математические основы / М. Месарович, Я. Тахакара. – М.: Мир, 1978. – 311 с.

2. Даниленко Ю.Ю. Вплив заліснення та зрошення на продуктивність агроландшафтів півдня України / Ю.Ю. Даниленко // Водне господарство України. – 2010. – № 5. – С. 21–23.

3. Степанов А.М. Агролесомелиорация орошаемых земель / А.М. Степанов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 208 с.

Приведены методические основы оценки меліоративных свойств агроландшафтов по данным космических снимков.

It's presented the methodological bases of an estimation of agricultural landscapes reclamation properties according to satellite images.