

УДК 528.88:551.583

## Дослідження проблем посушливості на території України з використанням наземної та супутникової інформації

В. І. Лялько,\* Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов

ДУ "Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України", Київ, Україна

Виконано порівняння розповсюдження та інтенсивності посух за 2007 та 2013 рр. на території України, визначених за метеорологічними та супутниковими даними. Використовувались: метеорологічний індекс – гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) та індекс посухи ID (index of Drought) — за дистанційними даними. Обговорюються особливості розповсюдження та інтенсивності посух, встановлені в результаті сумісного аналізу метеорологічних і супутникових індексів.

**Ключові слова:** посуха, гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), супутниковий індекс посухи ID (index of Drought), зміни клімату

© В. І. Лялько, Л. О. Єлістратова, О. А. Апостолов. 2014

### Вступ

Проблема сучасних змін клімату протягом ХХ і початку ХХІ ст. за своєю науковою і соціально-економічною актуальністю потребує залучення як традиційних, так і нових методичних підходів для визначення впливу наслідків вказаних змін на різні сфери економіки. До таких питань належить, зокрема, аналіз впливу нових кліматичних умов, що склалися, на зміни агрокліматичних ресурсів і на технологію землеробства. При цьому слід враховувати, що одним з найпоширеніших негативних наслідків сучасного потепління є посухи.

Порівняльні дослідження посух за період 2007–2013 рр. на території України за метеорологічними даними і MODIS даними

### Актуальність дослідження

Посуха є одним із негативних природних явищ, яка в екстремальних своїх проявах, внаслідок широкомасштабного і довготривалого характеру, призводить до загибелі людей і до значних матеріальних збитків. В ряду надзвичайних ситуацій по кількості загиблих посухи посідають третє місце в світі після землетрусів і циклонів. Для пом'якшення наслідків посух необхідне її сучасне виявлення, моніторинг розвитку і оцінка збитків. В десятиліття 2001–2010 рр. посухи відбувалися у всіх частинах світу. Прикладом можуть бути посухи, які вразили Австралію (в 2002 та ін.), Східну Африку (2004 та 2005 рр.) стали причиною загибелі великої кількості людей і нестачі продовольства [4].

Найчастіше позитивні аномалії температури повітря в Україні супроводжуються недостатньою кількістю опадів. Моніторинг посух за метеорологічними даними в Україні проводився до 2007 р. У зв'яз-

ку з позитивними аномаліями температури повітря за 2009, 2010, 2011, 2012 та 2013 рр. є необхідність в його продовженні.

З другої половини 1980-х років ХХ ст. у світовій практиці моніторингу посух стали впроваджуватися індекси, обчислені за допомогою супутникової інформації. Інтерес до аналізу посух за супутниковими даними посилюється в Україні у зв'язку з досить значним охопленням площ сильними посухами в 2007, 2009 та 2010 рр. Але визначення характеристик досить значних та сильних (за площею, інтенсивністю, тривалістю) посух на основі сумісного аналізу метеорологічних і супутникових даних в Україні ще не проводилось.

Мета полягає у виявленні і опису ознак посухи за період 2007–2013 рр. на території України, визначених за метеорологічними даними: гідротермічний коефіцієнт Селянинова–ТК [8] та супутниковим індексом посухи – ID (Index of Drought) [14].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні вивченням посух за наземними метеорологічними даними присвячені роботи науковців: І. Є. Бучинського [3], К. Т. Логвінова [10], В. П. Дмитренка [6], Т. І. Адахменко [1], М. І. Кульбиди [9], М. Б. Барабаш [2]. Роботи по обґрунтуванню дистанційного моніторингу посух проводяться в ЦАКДЗ ІГН НАН України В. І. Лялько, О. І. Сахацьким, Г. М. Жолобак та ін. [11], де розроблено спеціальні методичні підходи використання сучасної багатоспектральної космічної зйомки для оцінки параметрів зволоження земного покриття. Застосування цих розробок дозволяє значно підвищувати ефективність заходів боротьби з посухами.

### Матеріали і методика дослідження.

Територія дослідження охоплює всю рівнинну частину України, що включає основні зернопосівні райони і прилеглі до них пасовища.

e-mail: casre@kiev.ua

Тел. +380 44 486 94 05, 484 04 85; факс: +380 44 486 94 05

Встановлення межі між надмірно зволеними та посушливими територіями за наземними спостереженнями. У дослідженні порівнюється розповсюдження та інтенсивність посухи за метеорологічним показником: гідротермічним коефіцієнтом Селянинова. Гідротермічний коефіцієнт зволоження Селянинова (ГТК) адекватний співвідношенню суми опадів до 0,1 суми температур за період часу з температурою вище за 10°C. Цей показник має перевагу над іншими — характеризує не тільки прибуткову частину водного балансу (опадів), а й непродуктивну витрату вологи (випаровуваність ( $E_0 = 0,1 \sum T$ ) з поверхні ґрунту, рослинності). ГТК є достовірним показником зволоження в тих районах, для яких характерний однорідний тип річного ходу опадів. Окрім того, він об'єктивний і працює в достатньо широкому діапазоні сполучень температури та опадів. Зволоження вегетаційного періоду істотно надмірне з ГТК 2.0. Установлено такі критерії, які характеризують інтенсивність посух за ГТК: ГТК менше за 0,5 — різка нестача опадів, сильна посуха; ГТК 0,6–0,7 — недостатнє зволоження (дуже посушливо); 0,8–0,9 — посушливо (посуха не інтенсивна); 1,0–1,2 — недостатня вологість; 1,3–1,6 — помірна вологість; >1,7 — надмірна вологість [8].

Значення ГТК вираховувались за середньомісячними температурами повітря та сумами опадів за даними 64 метеостанцій України за період 2007–2012 рр. В дослідженні для порівняння посух за попередні роки до 2007 року використовувалися дані з ГТК отримані в Українському гідрометеорологічному інституті та Українському Гідрометцентрі.

Виявлення територій, на яких наступила посуха з використанням матеріалів ДЗЗ. Інформацію про посуху на основі використання технологій ДЗЗ можна вважати винятково цінною за двома головними напрямками. По-перше, сучасні засоби моніторингу доквілля на основі супутникових технологій дозволяють оперативно оцінити стан зволоженості земного покриття, вміст вологи в рослинному та ґрунтовому покриві на значних територіях, а отже завчасно попередити про необхідність зрошення, або до застосування інших заходів проти посухи. По-друге, для постраждалих від посухи районів на основі супутникових даних можна оперативно провести картування площі загибелі посівів і максимально достовірно оцінити збитки від посухи, а також розмір необхідної допомоги сільгоспвиробникам.

Параметри, що свідчать про настання посухи, які можна виявити за космічною інформацією є: підвищення температури підстильної поверхні; погіршення стану рослинності в процесі вегетації, аждо цілковитої загибелі.

Завдання моніторингу посух можна розділити на такі етапи. Перший етап полягає у виявленні території, на яких наступила посуха, другий етап — моніторинг стану сільськогосподарських культур під час посухи.

Виявлення ознак посухи для України за космічними зображеннями базується на порівнянні двох років: 2007 — відомого, як сильно посушливий, та 2013 р, як більш сприятливий для росту рослин.

Основним методом, який дозволяє в кількісному вимірі оцінити динаміку стану рослин протягом вегетаційного періоду є метод вегетаційних індексів. Цей метод традиційно використовується для визначення стану рослинності її розвитку і загибелі. Використання протягом вегетаційного сезону ходу NDVI, який базується тільки на видимому і ближньому ІК діапазонах спектра, не дає повної інформації про настання посухи, оскільки, по-перше, рослина може погіршити свій стан з причин не пов'язаних з посухою (вимокання, хвороби і т. д.), та по-друге, в даний поточний рік територія може бути використана не характерним для неї чином, наприклад, зовсім не засаджена сільськогосподарськими культурами і в результаті вегетація представлена бур'янами і т. д. Оскільки посуха характеризується підвищеними температурами підстильної поверхні, то одним із важливих параметрів при виявленні цього явища є хід температурних кривих протягом вегетаційного сезону. Але висувати судження про настання сільськогосподарської посухи, тільки при підвищеному температурному фоні не можна, оскільки не кожна метеорологічна посуха переростає в сільськогосподарську. Тому для більш надійного виявлення територій, що піддаються впливу посух, краще використовувати поряд з вегетаційним індексом значення температур підстильної поверхні. Температурні показники, поряд з вегетаційними індексами широко використовуються в практиці моніторингу посух [14]. Для характеристики температурних змін взяті значення температур, отриманих за даними з супутника TERRA/MODIS продукт MOD11C3. Аналіз ряду нічних та денних зображень в сезон посухи і у вологий рік показав, що сільськогосподарська посуха характеризується не тільки підвищенням денних температур, але й підвищенням нічних температур. Вірогідно зниження температур вночі призводить до утворення роси і туманів, тобто конденсації парів води на рослинах, що дозволяє уникнути обезвожування. В такому випадку настання атмосферної і ґрунтової посух не призведе до сільськогосподарської посухи. Оскільки при настанні посух вегетаційний індекс падає, а температури підстильної поверхні ростуть, то для більш точного визначення моменту настання посухи і території її розповсюдження запропоновано використовувати "Індекс посухи" ID (Index of Drought), який прямо пропорційний значенню нормалізованого вегетаційного індексу.

Індекс посухи вираховується за формулою:

$$ID = (T_d + T_n) / NDVI \quad (1)$$

де,  $T_d$  — денна температура,  $T_n$  — нічна температу-

ра, *NDVI* — нормалізований вегетаційний індекс. Зрозуміло, що чим вище значення індексу *ID*, тим більше ймовірність того, що на досліджуваній території спостерігається посуха.

Для оцінки ситуації, яка відбувається на території, що досліджується після виявлення перших ознак посухи необхідно проводити контроль за станом рослинності. Продовження стану посушливих умов може призвести до погіршення стану рослин, а може не вплинути на врожай. Наприклад, травнево-червнева посуха більш всього призведе до пригнічення рослин, а в екстремальних випадках — до їх загибелі. Червнева посуха менша сувора, так, як рослини до цього часу уже встигають пройти етап росту, а на етапі дозрівання вони не настільки чутливі до наявності вологи. Своєчасний дощ, чи полив можуть зняти загрозу загибелі сільськогосподарських культур і посуха може припинитися сама собою. Але, щоб своєчасно зреагувати на можливу втрату врожаю, необхідно раз в декаду до зникнення посухи, або взагалі до завершення вегетаційного сезону робити аналіз стану сільськогосподарських культур.

Запропонований індекс посухи дозволяє оцінити ступінь розвитку посухи для території України в цілому.

### Виклад основного матеріалу

Визначення поняття “посуха”

Найбільш об'єктивно визначення посухи дав кліматолог К. Т. Логвінов. Посуха — складне явище, яке зумовлене тривалою і значною нестачею опадів з підвищеною температурою повітря у вегетаційний період, коли в результаті випаровування з поверхні ґрунту і транспірації вичерпуються запаси вологи у ґрунті. Утворюються несприятливі умови для вирощування агрокультур. Ушкодження і загибель рослин відбувається внаслідок значної невідповідності потреб у волозі і надходженні її з ґрунту через несприятливий термічний режим. Посушливі явища — це закономірність континентального клімату [10].

В регіонах зі стабільним і спекотним кліматом враховують звичайні погодні умови і вирощують культури, стабільні до посушливих явищ, або проводять комплекс зрошувальних заходів, що не призводить до втрати врожаю. В регіонах, де звичайні погодні умови дозволяють вирощувати різні культури, в тому числі і більш вимогливі до вологи без додаткових меліоративних заходів в посушливі роки можлива втрата значної частини врожаю. Такі райони, з нестабільними з року в рік погодними умовами, називають районами критичного землеробства. Саме такі райони являють інтерес в нашому дослідженні.

Україна є регіоном, де існують сприятливі умови для вирощування багатьох сільськогосподарських культур. Це забезпечується сприятливим балансом тепла і вологи на більшій частині території держави.

Разом з тим значна частина території України (Степова зона) характеризується недостатньою кількістю опадів. Це зумовлює існування територій ризикованого землеробства у межах України. Тому навіть незначна зміна клімату може призвести до погіршення агрокліматичних умов.

Однією із причин виникнення посухи прийнято вважати встановлення над порівняно великою територією суші стаціонарного антициклону, який характеризується малою хмарністю, надлишком сонячного сйява, відсутністю опадів і сухістю повітря [14]. Так виникає атмосферна посуха, яка посилює транспірацію рослин і висихання ґрунтів, що призводить до виникнення ґрунтової посухи. Цим поняттям характеризується рівень зволоження ґрунтів, який значно менший, ніж того потребують рослини, і це обумовлює їх депресивний стан. Недостатня кількість ґрунтової вологи призводить до сільськогосподарської посухи, яка знижує врожай сільськогосподарських культур і трав, призводить до економічного і соціального впливу на суспільство і навколишнє середовище. Не завжди атмосферні посухи призводять до сільськогосподарських посух. В тому випадку, якщо запаси ґрунтової вологи великі після снігового покриву або сильних дощів, сільськогосподарська посуха може і не наступити. Схему розвитку посухи в часі представлено на рисунку 1 за [14].

За часом настання розрізняють весняну, літню та осінню посуху. Весняна посуха характеризується, як правило, невисокими температурами повітря за низької відносної вологості повітря, незначними запасами продуктивної вологи в ґрунті й сухими вітрами. Тривала посуха навесні істотно знижує врожай культур навіть в умовах сприятливого літа за ступенем зволоження. Літня посуха відрізняється високими температурами повітря, гарячими сухими вітрами, які зумовлюють підвищену випаровуваність. Наслідки літньої посухи проявляються в різкому зниженні врожаю культур і т. д. Осіння посуха відрізняється невисокими температурами повітря; вона найнебезпечніша для посівів озимих культур, які не встигають укоренитися, пройти фазу кущення і дуже часто гинуть у зимовий період [8].

Для клімату України були характерні посухи у ХХ ст., при яких суттєвий недобір урожаю з різних причин спостерігали більше ніж 20 разів: у 1901, 1906, 1907, 1918, 1921, 1922, 1923, 1924, 1934, 1939, 1946, 1947, 1950, 1957, 1965, 1968, 1972, 1975, 1979, 1981, 1996 рр. [8].

У ХХІ ст. зниження врожаю через несприятливі метеорологічні умови спостерігали у 2003 і 2007 рр. Посуха 2007 р. була сильною й тривалою, яку не спостерігали за останні 60 років. Приблизно стільки ж років не було такої низької врожайності зерна з одного гектара [8].

У зв'язку з глобальним потеплінням, інтенсивність якого не зменшується, а навпаки зростає, головним питанням світового суспільства є збереження про-



Рис.1. Схема розвитку посух [14]

довольчого балансу в цілому на Землі й в окремих її регіонах. Тому будь-які зміни клімату в сторону потепління чи похолодання, потребують вирішення питання адаптації сільського господарства до сучасних і майбутніх змін клімату.

### Просторово-часовий розподіл посух на території України за період 2007–2012 рр.

В Україні дані про посухи за останні роки систематизовано і проаналізовано в наукових звітах та монографії [8] до 2007 р. Проведений нами розрахунок ГТК з 2007 по 2012 рр. картографувався (рис. 2, 3, 4, 5). Аналіз показав, що в усі останні роки XXI ст. за період з травня по вересень спостерігались сильно посушливі умови ГТК (0.5 на півдні та південному сході України). В кожному році, у кожному періоді відбулися локальні посухи на півдні і південному сході, у центральній та східній частині Лісостепової зони та по всій території Степової зони. Сильна посуха відбулася у 2007 та 2009 роках з різким дефіцитом опадів та охопила значну територію України і тривала близько трьох місяців, особливо посушливим був травень-червень 2007 та липень-серпень у 2009 р.

Вважають, що у XXI ст. основною причиною утворення посух в Україні є арктичні вторгнення з по-

дальшою трансформацією повітряних мас, у результаті якої повітряна маса віддаляється від стану насичення і встановлюється безхмарна жарка погода. Посуха переважно пов'язана з рухом потужного антициклону за холодним арктичним фронтом. Вона стає тривалішою, коли за одним антициклоном прямує інший. Між ними може бути декілька днів прохолодної погоди, іноді навіть проходять невеликі дощі, але волога швидко випаровується. Безпосереднім осередком зародження антициклону, який спричиняє посуху в Україні, є два головних центри дії — Арктичний і Азорський [12]. За типізацією Дзердзівського [5] зміни річної температури повітря та опадів в останні три десятиріччя XX ст. та перше десятиріччя XXI ст. супроводжувались збільшенням повторюваності меридіональної південної групи циркуляційних процесів. Також встановлено [12], що зміни характеру циркуляції починаючи у східній і центральній Європі (Україні), призвели до зростання кількості південних циклонів. Для них характерні екстремально високі температури (більше ніж 25–30°C) і збільшення кількості зливових опадів, які випаровуються. У період глобального потепління кінця XX ст. та початку XXI ст. циркуляційні процеси, які обумовлюють посухи мають свої особливості. Вони детально описані в роботах В. Ф. Мартазінової [12]. Іноді у теплий період у Європейському секторі цир-

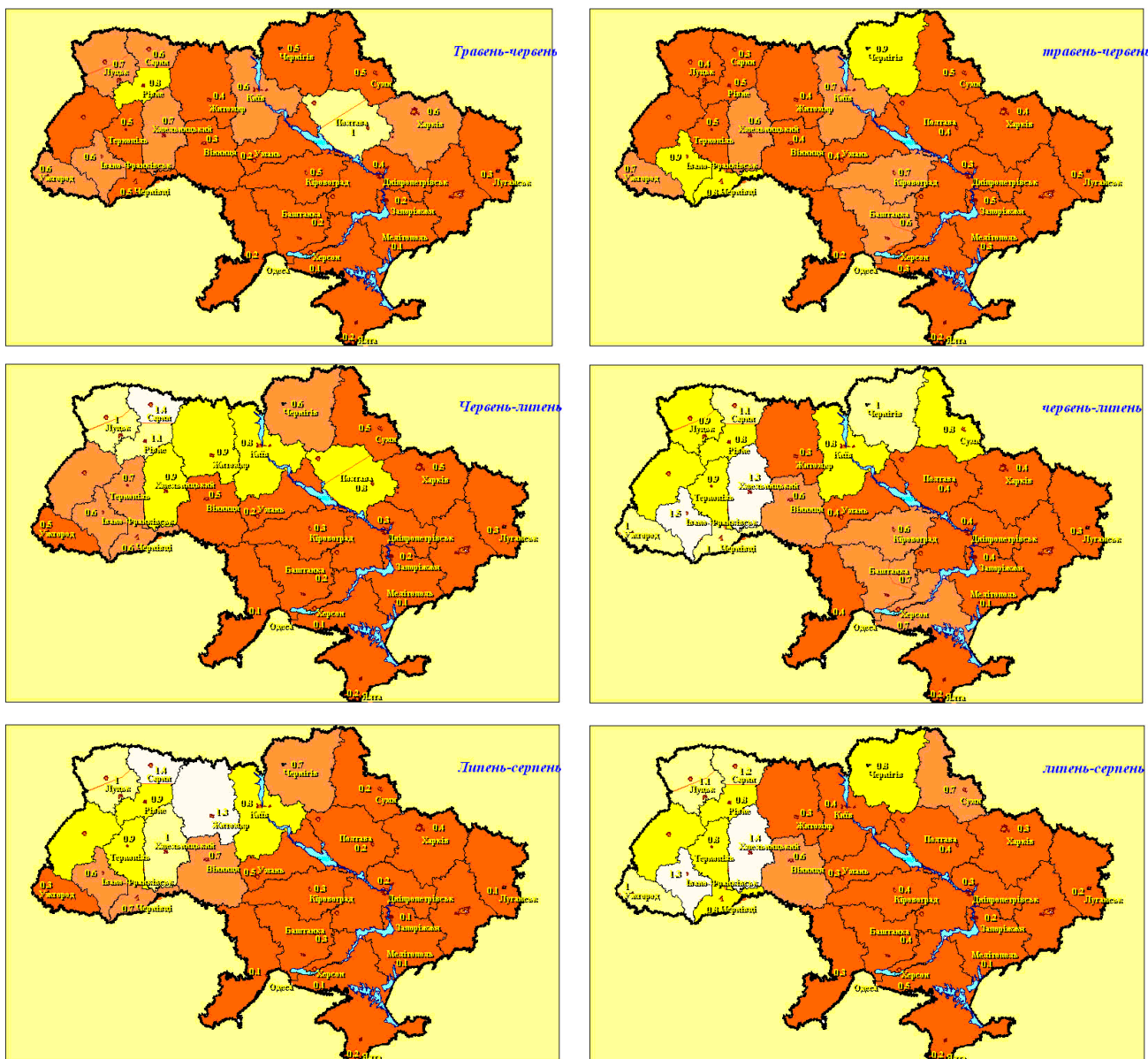


Рис. 2. ГТК 2007–2008 рр. (ГТК  $\leq 0,5$ ,  $\leq 0,7 < 1,0$ )

куляції відбувається вихід теплого сухого повітря з півдня в меридіональному напрямку. Тривалість дії цієї південної складової меридіональної циркуляції збільшилася. Цей процес нетривалий і через деякий час його підсилює вторгнення сухого повітря з півночі. Такий складний процес, як правило, зумовлює сильну посуху в повітрі і ґрунті (2007 р.) [8, 12]. Така посуха надає значний збиток економіці країни і потребує своєчасних заходів з забезпечення населення продуктами харчування.

Отже, у XXI ст. можуть розширюватися райони, де частота посух може збільшуватись. Подальша можлива зміна клімату, і як наслідок виникнення посух в Україні може значною мірою вплинути на сільське господарство України. При цьому існують побоювання щодо низького ступеня готовності до цих змін. Не враховуються існуючі негативні екологічні і соціальні тенденції на селі, накладання яких на тенденцію змін клімату може погіршити ведення сільсько-

го господарства в Україні у найближчому майбутньому. Потрібно уже зараз розробляти стратегії з адаптації землеробства до негативних кліматичних змін. В цій ситуації надзвичайно важливе раннє повідомлення щодо виникнення посух, та уяву про справжні масштаби посух.

### Використання індексу “посухи” при аналізі ситуації посух у 2007 та 2013 рр.

Як уже зазначалось тривала посуха 2007 року особливо стала загрозливим явищем для врожайності зернових культур. Отримані результати розрахунків  $ID$  представлені на рис. 6. Градації значень індексу посухи  $ID$  показано різними кольорами. Аналіз показав у 2007 р. затяжний посушливий період розпочався з травня, включаючи активний період вегетації сільськогосподарських культур і тривав до вересня. Найбільш посушливими були ли-

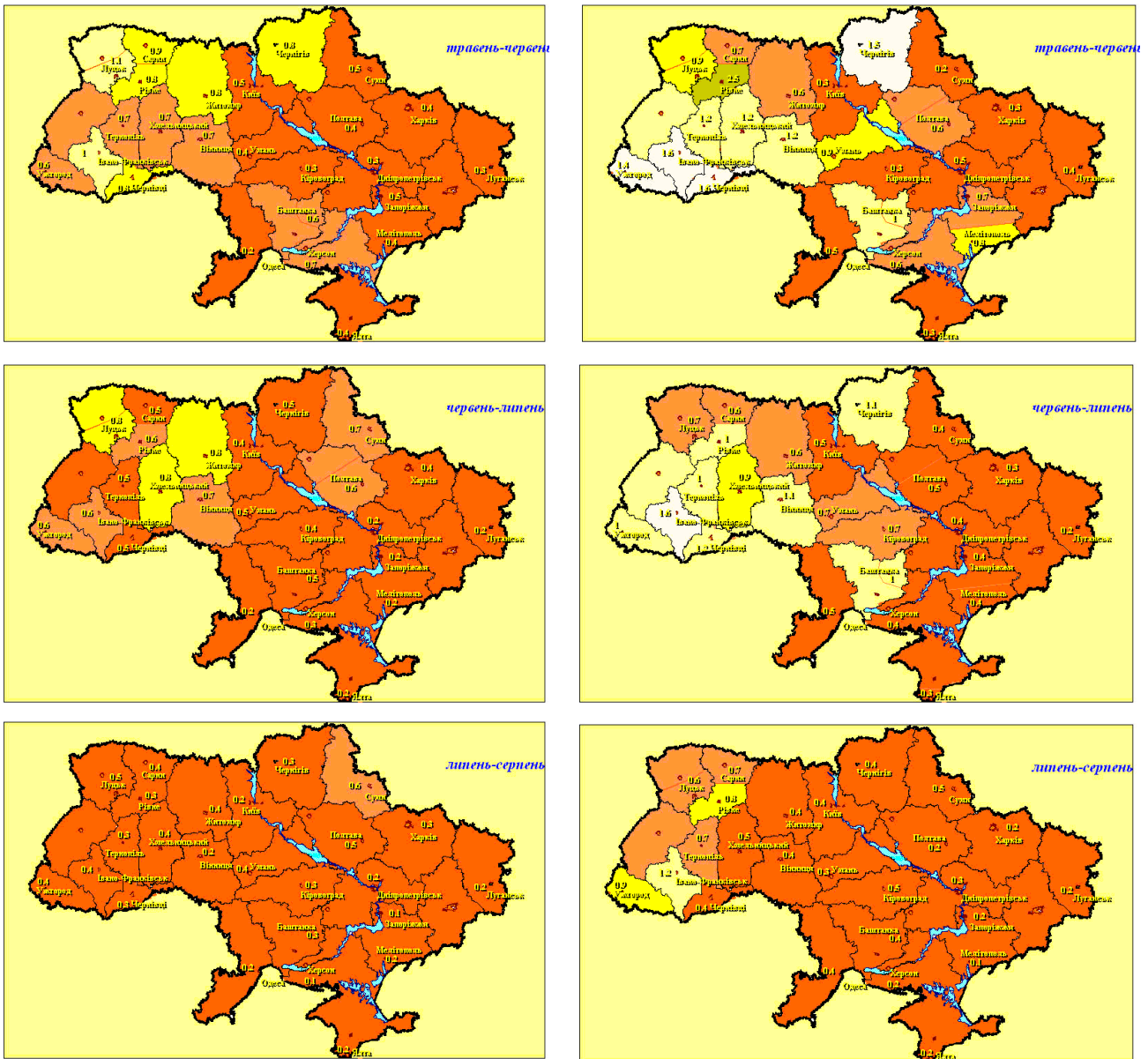


Рис. 3. ГТК 2009–2010 рр. ( $ГТК \leq 0,5, \leq 0,7 < 1,0$ )

пень, серпень. Територіально найбільше розповсюдилася посуха у липні. Домінують червоний, темно-червоний, жовтогарячий та жовтий кольори, діапазон значень *ID* від 45 до 70 та більше. За нашими даними значення індексу посухи *ID* більше 60 вказують на гострий дефіцит вологи. Такий тривалий період посухи у 2007 році призвів до загибелі посівів у 2007 році. Діапазон значень індексу *ID* становить від 32,45 — так звані перехідні значення, які характеризують слабку посушливість, але територіально займають досить значну частину лісостепової та особливо степової зон. Для порівняння аналогічно був прорахований *ID* за 2013 рік. Значення *ID* 2013 року у порівнянні з 2007 значно менші за винятком липня. Це візуально добре видно з графіка на рис. 7. для обраного об'єкту.

Слід також зазначити, що 2013 рік, взятий як нормальний за більшістю місяців (травень, червень, ли-

пень, серпень, вересень) також характеризується слабкою посушливістю. Що стосується усереднених значень *ID* за 2007 та 2013 рр, то територіальне їх розповсюдження (включаючи як сильну так і слабку посушливість) майже однакове і займає південний та південно-східний регіони України, які є зерновими.

Для гарантування продовольчої та екологічної безпеки в посушливих і напівпосушливих районах України потрібно передбачати низку заходів щодо подальшого розвитку зрошуваного землеробства, відновлення й модернізації зрошувальних систем на основі сучасних технологій. Крім того, організаційно-господарські заходи повинні передбачати грошову компенсацію агровиробникам, які зазнали істотних збитків від посухи, звільнення від сільськогосподарського податку через неврожай, підвищення закупівельних цін на сільгоспродукцію, страхування ризиків, виплату страхових збитків, створення державних агентств зі страху-

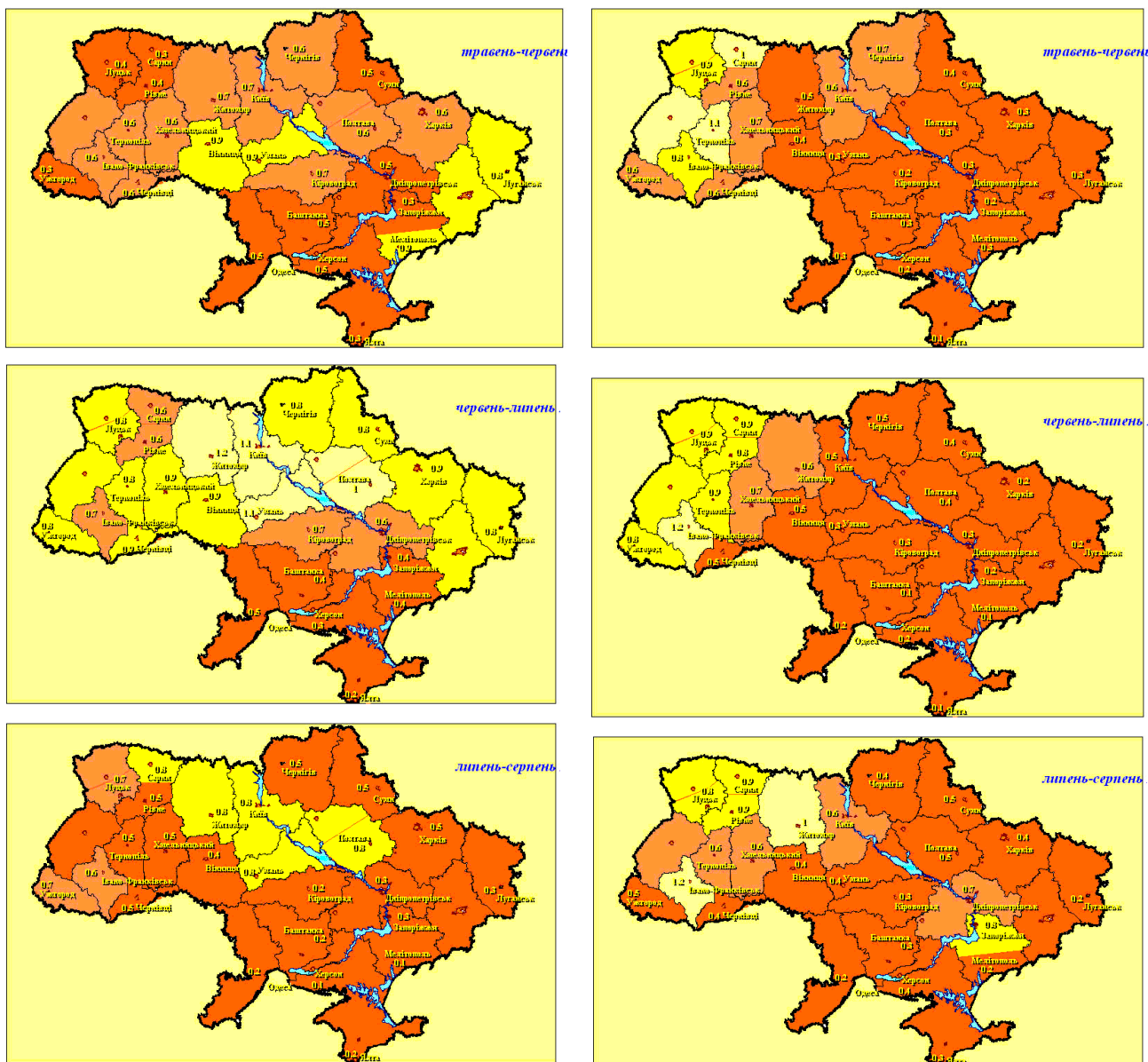


Рис. 4. ГТК 2011–2012 рр. ( $ГТК \leq 0,5, \leq 0,7 < 1,0$ )

вання сільськогосподарських ризиків, активізацію дорадчих служб, лізингових компаній та інвестиційних проектів, складання прогнозів урожайності й валового збору зернових, моніторинг посух, розроблення та ухвалення державної програми захисту сільськогосподарських рослин від посухи, наукове забезпечення та супровід її реалізації тощо, на що потрібно витратити сотні мільйонів гривень. Так у 2007 році для надання підтримки сільському господарству з метою подолання наслідків посухи з Держбюджету передбачалося виділення 350 млн. грн. [13]. Тому контроль за зволоженістю земного покриття є надзвичайно важливим для оцінки стану посівів сільськогосподарських культур. Бажано, щоб керівництво держави, а також особи, які приймають рішення в сферах логістики, звернули увагу на негативні впливи змін клімату та на умови забезпечення продовольством населення України.

## Висновок

Сумісний аналіз метеорологічних і супутникових індексів посухи відкриває нові можливості в розумінні причин виникнення посухи, виявлення особливості розповсюдження, а за супутниковими даними особливо деталізацію її інтенсивності на території.

Розгляд динаміки просторово-часового розподілу посух в перше десятиліття XXI ст. дає можливість зробити попередній висновок, що поки-що екстремальної ситуації в зерновому господарстві України не має. Але ймовірно, якщо умови тепловологозабезпеченості вийдуть за межі тих, що спостерігали у другій половині XX ст., то для збереження балансу продовольства в державі необхідна особлива увага до проблем агровиробництва, які виникають у зв'язку з потеплінням глобального і регіонального клімату.

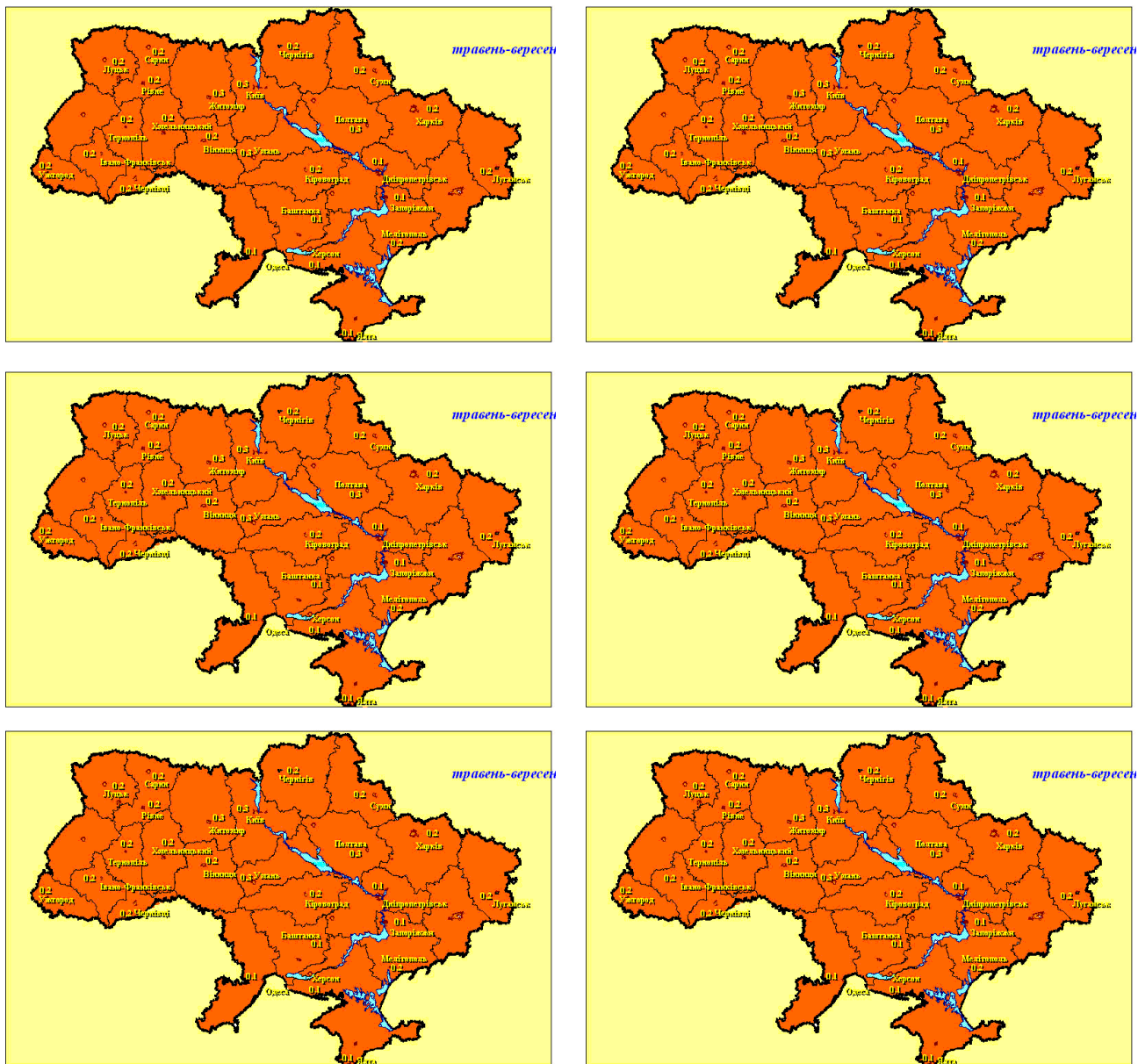


Рис. 5. середнені значення ГТК за 2007–2012 рр. по всіх місяцях

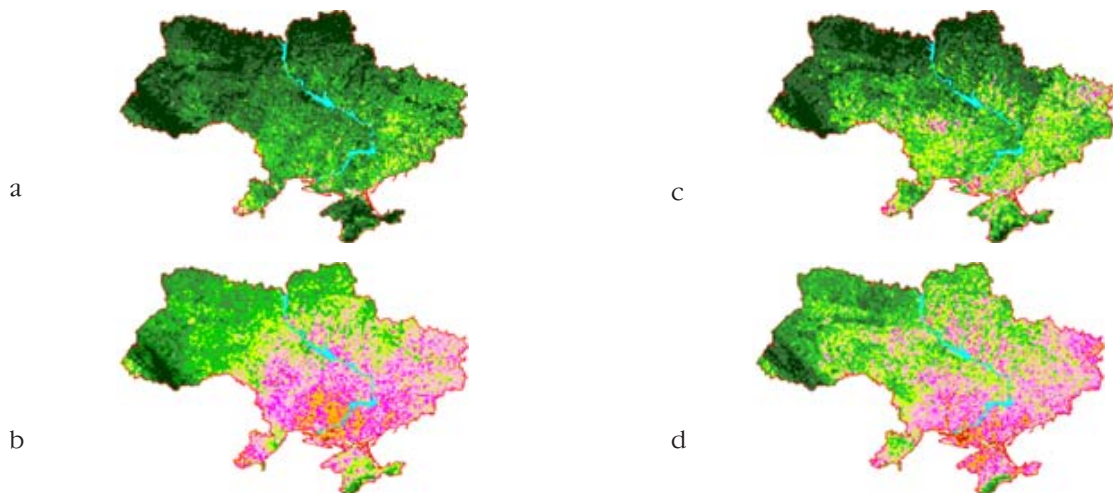
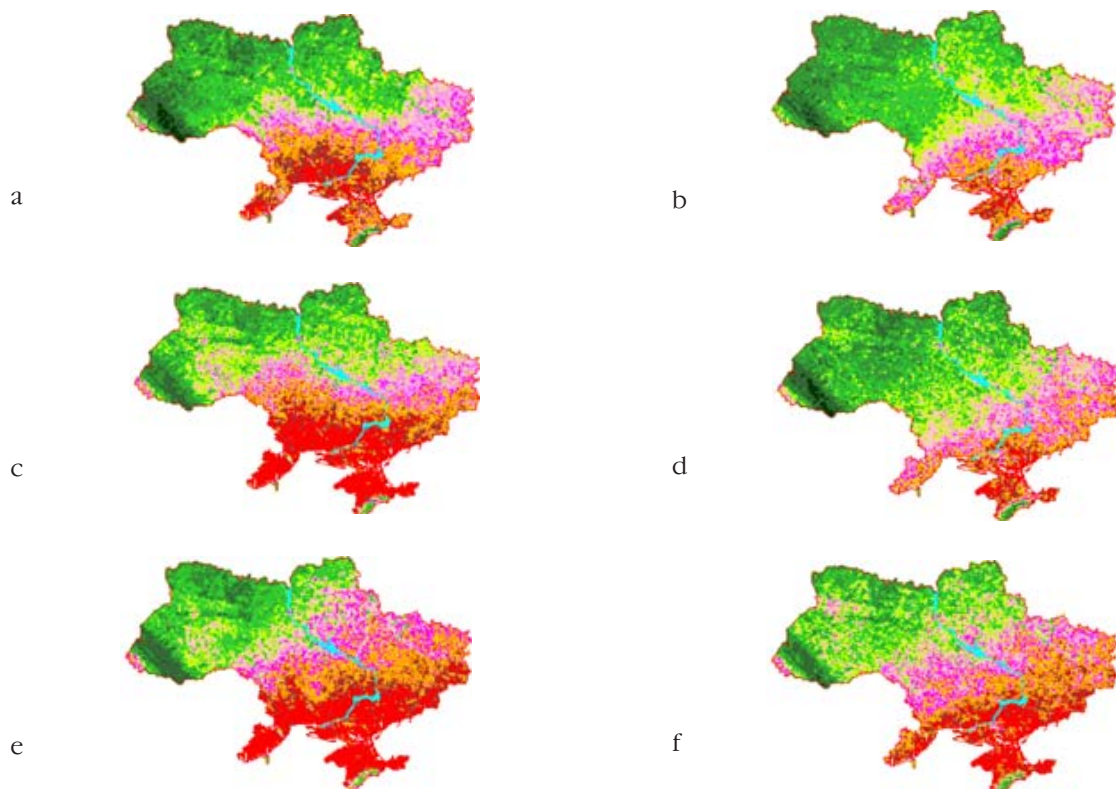
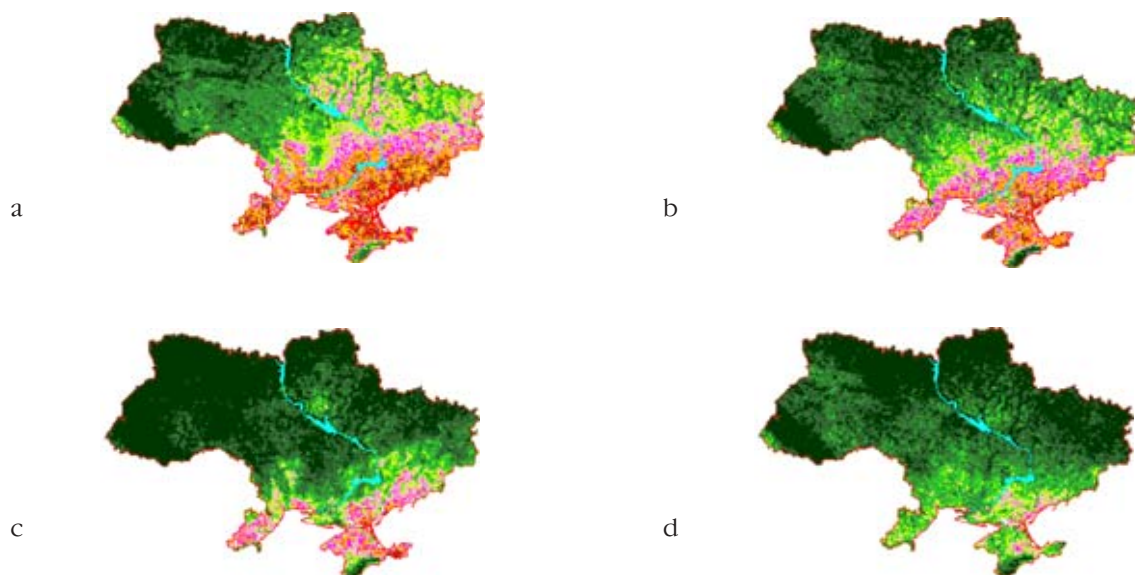


Рис. 6. Порівняння значень індексу посухи ID за весняними місяцями: а – квітень 2007р, б – квітень 2013р, с – травень 2007р, д – травень 2013р.

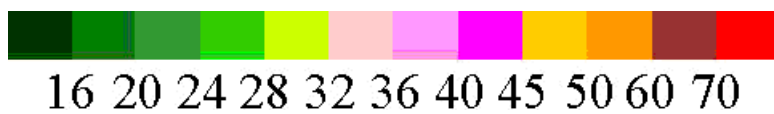




**Рис.7.** Порівняння значень індексу посухи ID за літніми місяцями: а — червень 2007р, б — червень 2013 р, с — липень 2007 р, д — липень 2013 р, е — серпень 2007 р, ф — серпень 2013 р.



**Рис.8.** Порівняння значень індексу посухи ID за осінніми місяцями: а — вересень 2007р, б — вересень 2013р, с — жовтень 2007р, д — жовтень 2013р.



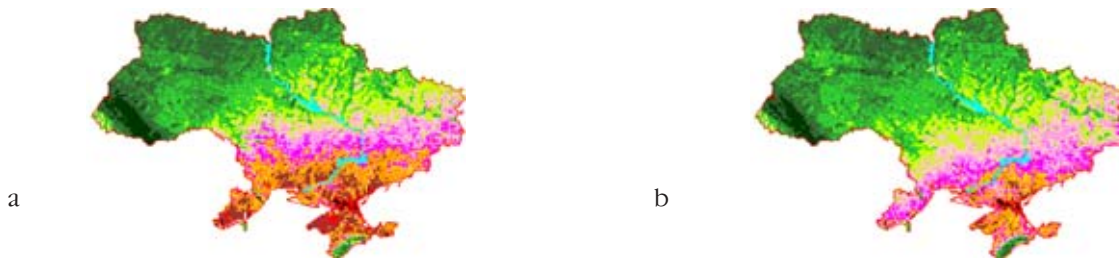


Рис.9. Порівняння усереднених значень індексу посухи ID за період з квітня по жовтень 2007 та 2013 років: а – за 2007 рік, б – за 2013 рік.

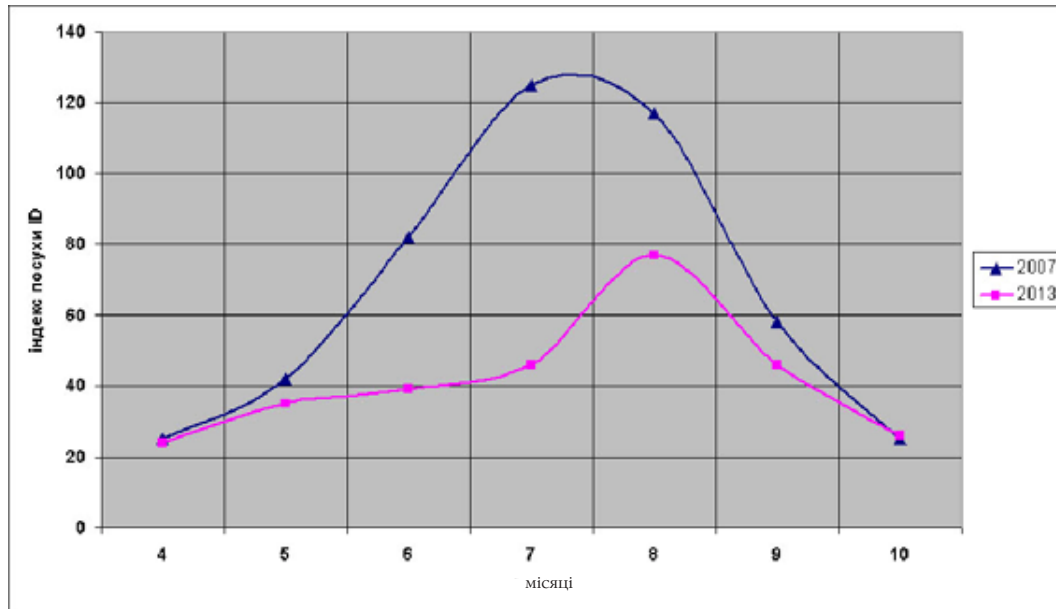


Рис. 10. Графік розподілу індексу посухи ID (Index of Drought) для обраного об'єкту за 2007 та 2013 рр. (Сахацький О.І., Апостолов О. А. [13]).

## Література

- Адаменко Т. І. Вплив агрометеорологічних умов на формування продуктивності посівів кукурудзи в Україні: Афтореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.09 / Т. І. Адаменко. Одеський держ.екол. ін-т. — Одеса, 2005. — 17 с.
- Барабаш М. Зміна глобального клімату і проблема опустелювання в Україні / М. Барабаш, М. Кульбіда, Т. Корж // Наукові записки Тернопільського державного університету. Серія географія. — Тернопіль. — № 2.— Ч. 1., 2004. — С. 82–88.
- Бучинский И. Е. Засухи, суховеи, пыльные бури на Украине и борьба с ними / И. Е. Бучинский. — К.: Урожай, 1970. — 229 с.
- Глобальный климат 2001–2010 годы. Десятилетие экстремальных климатических явлений. Краткий доклад ВМО. — № 1 119. — 15 с.
- Дзержневский Б. Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии. Материалы метеорологических исследований. — М.: Ин-т. Географии АН СССР, 1970. — 176 с.
- Дмитренко В. П. Сучасні проблеми агрометеорологічних стратегій адаптації землеробства до погоди і клімату в Україні / В. П. Дмитренко // Наукові праці НДІ Землеробство, 2001. — Вип. 76.
- Звіт про науково-дослідну роботу “Методи дистанційного оцінювання біофізичних параметрів лісових рослинних угруповань та агрофітоценозів в межах різних ландшафтно-кліматичних зон території України”, 2013.
- Клімат України: у минулому...і майбутньому? / М. І. Кульбіда, М. Б. Барабаш, Л. О. Єлістратова, Т. І. Адаменко, Н. П. Гребенюк, О. Г. Татарчук, Т. В. Корж / за ред. М. І. Кульбіди, М. Б. Барабаш: Монографія. — К.: Сталь, 2009. — С.85–98.
- Кульбіда М. І. Агрометеорологічні умови і продуктивність озимої пшениці при зміні клімату в Україні: Афтореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.09 / М. І. Кульбіда. Одеський держ. екол. ін-т. — Одеса, 2003. — 19 с.
- Логвинов К. Т. Особенности засухи 1972 г. на Украине / К. Т. Логвинов, Львів Гидрометеоиздат, 1973. —97 с.
- Лялько В. І. Контроль площ та стану озимих культур за допомогою знімків MODIS/TERRA та SPOT XI (на прикладі Київської області) / В.І. Лялько, О. І. Сахацький, Г. М. Жолобак [та ін.] // Доповіді НАН України, 2007. — № 3. — С. 122–127.
- Мартазинова В. Ф. Атмосферная циркуляция, формирующая засушливые условия на территории Украины в конце XX столетия / В. Ф. Мартазинова, Т. А. Солугуб // Наук. праці УкрНДГМІ, 2000.— Вип. 248. — С. 36–48.
- Сахацький О. І. Досвід використання водних індексів су-

путникових зйомок TERRA/MODIS для моніторингу засухи південних районів України на прикладі вегетаційного періоду 2007 року.

14. Щербенко Е. В. Мониторинг засухи по данным космических съемок: Режим доступа до матеріалів: [http://d33.infospace.ru/d33\\_conf/vol2/395-407.pdf](http://d33.infospace.ru/d33_conf/vol2/395-407.pdf)

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ ЗАСУШЛИВОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАЗЕМНОЙ И СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

В. И. Лялько, Л. А. Елистратова, А. А. Апостолов

Выполнено сравнение распространения и интенсивности засух за 2007 и 2013 гг. на территории Украины, определенных по метеорологическим и спутниковым данным. Использовались: метеорологический индекс – гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и индекс засухи ID (index of Drought) - по дистанционным данным. Обсуждаются особенности распространения и интенсивность засух, установленные в результате совместного анализа метеорологических и спутниковых индексов.

**Ключевые слова:** засуха, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), спутниковый индекс засухи ID (index of Drought), изменения климата

#### RESEARCHES OF PROBLEMS OF DRYNESS IN THE TERRITORY OF UKRAINE WITH USE OF LAND AND SATELLITE INFORMATION

V. I. Lyalko, L. A. Yelistratova, A. A. Apostolov

Comparison of distribution and intensity of droughts for 2007 and 2013 in the territory of Ukraine, determined by meteorological and satellite data is executed. Were used: meteorological index – Selyaninov's (GTK) hydrothermal coefficient and an index of a drought of ID (index of Drought) - according to remote data. Features of distribution and intensity of the droughts, established as a result of the joint analysis of meteorological and satellite indexes are discussed.

**Keywords:** drought, Selyaninov's (State Customs Committee) hydrothermal coefficient, satellite index of a drought of ID (index of Drought), climate change