УДК 551.577.38+551.50

ОЦІНКА ДИНАМІКИ ПОСУШЛИВИХ УМОВ В ПІВДЕННИХ ОБЛАСТЯХ УКРАЇНИ З ВИКОРИСТАННЯМ СУПУТНИКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Семенова І.Г., д.геогр.н., Лаврент'єва А.О., магістр, Делінський Д.С., магістр

Одеський державний екологічний університет

Досліджено часовий розподіл посушливих умов вегетаційного сезону в південних областях Україні за період 1985-2015 рр. з використанням супутникового індексу умов вегетації VCI. Виявлено тренди зростання значень індексу протягом періоду, особливо виражені у весняні місяці та в першу половину літа. Показано, що найбільша міжрічна мінливість індексу спостерігається у весняні місяці, середній максимум VCI припадає на травень, а мінімум на вересень. Найбільш часто посуха спостерігається в серпні та вересні, але й у весняні та літні місяці вона може охоплювати всі області півдня країни.

***Ключові слова**: супутниковий вегетаційний індекс, посуха, посушливі явища.*

Вступ

Територія України належить до географічних регіонів, які майже щорічно опиняються під дією посушливих явищ різної інтенсивності в теплий період року, що негативно позначається на вегетації сільськогосподарських рослин [2, 4, 6]. До найбільш розповсюджених посушливих явищ, що спостерігаються на території України, відносять: тривале бездощів'я, атмосферну, ґрунтову та загальну посуху, а також суховії. Кожне з посушливих явищ має власні ознаки шкодочинності. За їх поєднанням утворюються комплексні критичні межі, які визначаються найбільш небезпечними [1-2].

Посухи належать до небезпечних природних явищ, адже вони супроводжуються підвищенням температури повітря й ґрунту, зменшенням відносної вологи повітря і запасів ґрунтової вологи, зневодненням, пригніченням й навіть загибеллю сільгоспкультур на великих площах, а також скороченням кількості худоби через вигорання травостоїв і брак корму. Тривалі посухи, які відносяться до гідрологічних, призводять до зниження рівня ґрунтових вод, висихання озер, водойм і боліт, до порушення роботи гідроелектростанцій, систем водопостачання тощо. В особливо тяжких випадках від спеки та нестачі води погіршується загальний стан здоров'я населення [5].

Сучасні досягнення супутникового дистанційного зондування дозволяють оцінити наявність посушливого стану підстильної поверхні та рослинності відповідно до поточного режиму опадів, що дає змогу розробляти методики встановлення явища посухи незалежно від інструментальних спостережень у поверхні землі [2, 5]. Так, ступінь сприятливості поточних погодних умов для вегетації може бути оцінений за допомогою супутникового індексу умов вегетації VCI, який побудований на базі супутникового нормалізованого вегетаційного індексу NDVI.

Метою даної роботи є оцінка інтенсивності посух та їх динаміки протягом 1985-2015 рр. на базі супутникового індексу умов вегетації по південно-західним (Одеська, Херсонська, Миколаївська) та південно-східним (Запорізька, Дніпропетровська, Донецька) областям України.

Матеріали та методи дослідження

Принцип використання в метеорології супутникового нормалізованого диференційного вегетаційного індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) полягає в тому, що значення індексу відповідають різному ступеню стану рослинного покрову, а саме його площі, щільності та відбивній здатності [3]. Алгоритм отримання індексу NDVI ґрунтується на тому факті, що здорова рослинність загалом має низьку відбивну здатність у видимій частині електромагнітного спектру завдяки абсорбції рослинними пігментами, головним чином хлорофілом. Одночасно, зелене листя має високу відбивну здатність у ближньому інфрачервоному спектрі, що дозволяє порівнювати два спектральних сигнали з метою визначення ступеню „зеленості" рослинності.

Мінливість нормалізованого вегетаційного індексу може бути оцінена за допомогою індексу умов вегетації VCI (Vegetation Condition Index), уведеного Ф. Коганом [7]. Супутниковий вегетаційний індекс VCI використовується як показник посушливого стану рослинності внаслідок поточних погодних умов, та розраховується за формулою

$$VCI = \frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \cdot 100\%, \qquad (1)$$

де NDVI – поточне декадне (тижневе тощо) значення нормалізованого вегетаційного індексу;

$NDVI_{max}$, $NDVI_{min}$ – абсолютний міжрічний максимум та мінімум нормалізованого вегетаційного індексу за ту саму декаду (тиждень тощо).

Високі значення VCI відповідають сприятливим умовам вегетації, низькі – несприятливим. Значення VCI, близьке до 50%, відображує середні умови для рослинності, значення між 50 та 100% вказують на оптимальні умови вегетації. Значення VCI, менші за 50%, відображують посушливі умови різного ступеню суворості. Ф. Коган ідентифікував настання посухи, якщо індекс VCI опускається до 35% та нижче [7]. При цьому зазначалося, що дослідження певної території дозволяє виділити категорії інтенсивності посух згідно значень VCI в межах 0-35%. Низькі значення VCI протягом декількох послідовних часових інтервалів показують розвиток посухи. Значення VCI, близькі до 0%, відображують екстремально посушливий період, в якому значення NDVI близькі до свого міжрічного мінімуму.

В даному досліджені проведено аналіз часового ходу та статистичних характеристик супутникового вегетаційного індексу VCI по трьом областям південного заходу (Одеської, Миколаївської та Херсонської) та південного

сходу (Запорізької, Дніпропетровської, Донецької) України, які належать до найбільш посушливої, степової агрокліматичної зони. Розглядалися теплі сезони (квітень-вересень) періоду 1985-2015 рр., який характеризувався різкими коливаннями повторюваності посушливих та вологих років.

В якості вихідних були використані щотижневі дані значень VCI, осереднених по відповідним адміністративним областям, які надаються базою даних NOAA STAR (Center for Satellite Applications and Research) - Global Vegetation Health Products (*https://www.star.nesdis.noaa.gov/ smcd/emb/vci/VH*).

Результати та їх аналіз

Розглянемо результати аналізу часового ходу індексу VCI по окремих місяцях теплого сезону періоду 1985-2015 рр.

На рис. 1 представлені графіки часового ходу VCI по південно-західних (Одеській, Херсонській, Миколаївській) областях України.

В квітні в усіх областях за лінією лінійного тренду спостерігалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1987 р. та коливався в межах 0,5-4,7%, що вказує на екстремально посушливий квітень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 84,6 до 94,5% і припали на 2008 р. в Одеській та Миколаївській областях, та на 1990 р. в Херсонській області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 30-53%, з максимумом в Одеській області.

В травні в усіх областях спостерігалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1987 р. та коливався в межах 2,1-10,0%, що вказує на екстремально посушливий травень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 81,9 до 93,4% і припали на 2008 р. в Одеській області, на 2007 в Миколаївській області, та на 1999 р. в Херсонській області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 15-51%, з максимумом в Одеській області.

В червні в усіх областях також відмічалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 2007 р. та коливався в межах 13,4-26,2%, що вказує на екстремально посушливий червень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 81,7 до 83,7% і припали на 2013 р. в Одеській області, на 2008 в Миколаївській області, та на 1998 р. в Херсонській області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 9-33%, з максимумом в Одеській області.

В липні в усіх областях спостерігалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 2007 р. та коливався в межах 10,3-23,2%. Максимальні значення VCI становили від 82,8 до 90,3% і припали на 1998 р. в Одеській області, на 2010 в Миколаївській та в Херсонській областях. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 11-28%, з максимумом в Миколаївській області.

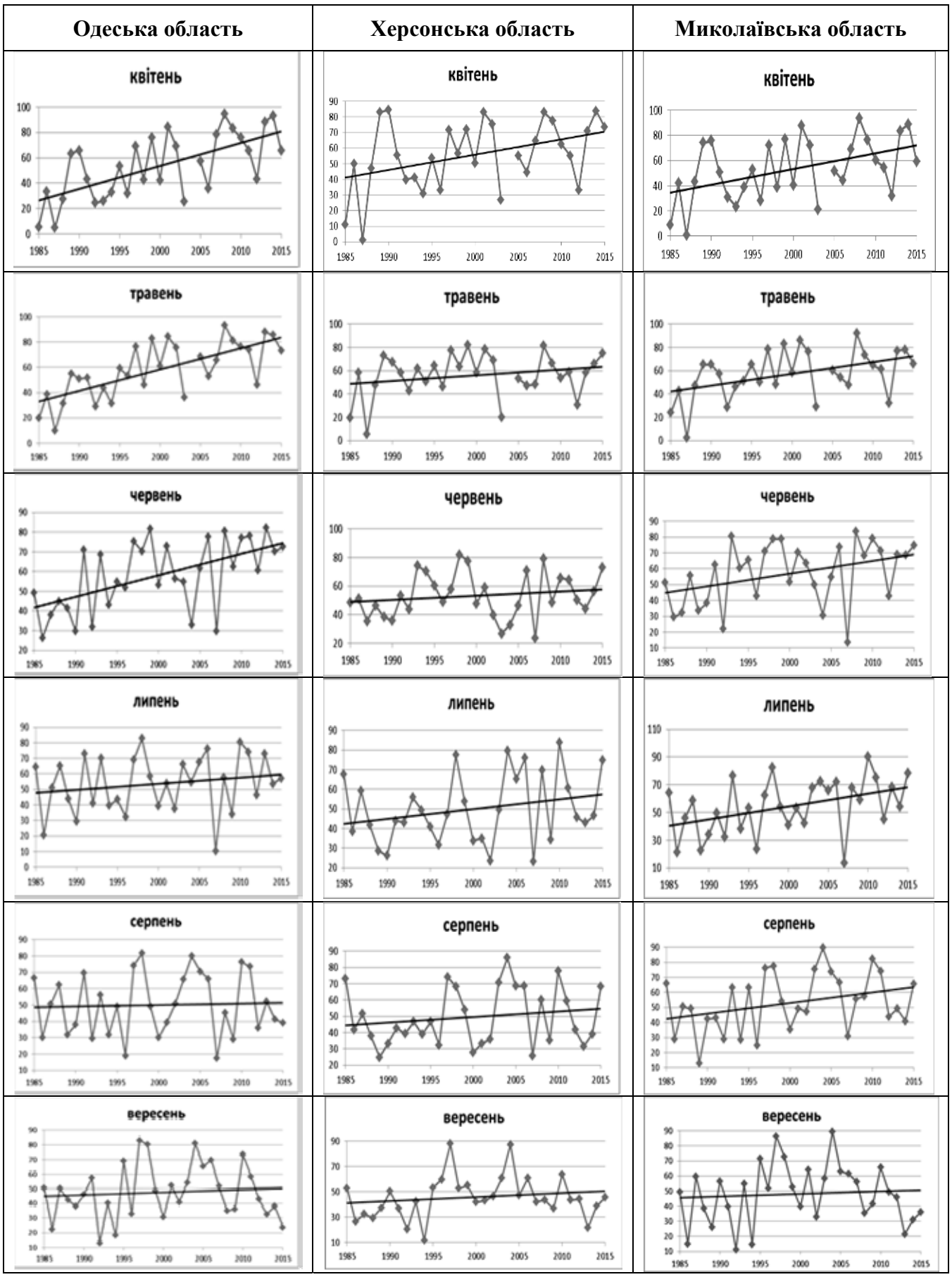

Рис. 1 – Часовий хід VCI по місяцях вегетаційного сезону в областях південного заходу України (Одеській, Херсонській, Миколаївській) за період 1985-2015 рр. (пряма – лінія тренду)

В серпні в усіх областях відмічено підвищення індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1989 р. та коливався в межах 12,7-24,7%, що вказує на екстремально посушливий серпень в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 81,6 до 89,6% і припали на 1998 р. в Одеській області, на 2004 в Миколаївській та в Херсонській областях. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 10-63%, з максимумом в Одеській області.

В вересні в усіх областях спостерігалося слабке зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в 1992 р. та коливався в межах 11,3-13,1. Максимальні значення VCI становили від 83,3 до 89,5% і припали на 1997 р. в Одеській області, на 2004 в Миколаївській та в Херсонській областях. За лінією тренда осереднені значення VCI в усіх областях підвищилися на 3-10%, з максимумом в Херсонській області.

На рис. 2 представлені графіки часового ходу VCI по південно-східних (Запорізькій, Дніпропетровській, Донецькій) областях України.

В квітні в усіх областях за лінією лінійного тренду спостерігалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI спостерігався в квітні 1986 р. та дорівнював майже нуля, що відповідає екстремальній посушливості. Максимальні значення VCI становили від 90,9 до 93,4% і припали на 2014 р. в Донецької області, та на 1990 р. в Запорізькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 40-50%, з максимумом в Донецькій області.

В травні в усіх областях також спостерігалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI як і в квітні¸ припав на 1986 р. та коливався в межах 0,7-4%, тобто посуха тривала і цей місяць. Максимальні значення VCI становили від 87,5 до 94,9% і припали на 2008 р. в Дніпропетровській області, на 2014 в Донецькій області, та на 1990 р. в Запорізькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 35-40%, з максимумом в Донецькій області.

В червні в усіх областях тривало зростання індексу. Мінімум VCI спостерігався в 1983 р. та коливався в межах 6,7-16,8%, що вказує на екстремально посушливий червень в цьому році. Досить посушливими були також червні 2003 та 2007 р. в Дніпропетровській та Запорізькій областях, та 2005 р. у Донецькій області. Максимальні значення VCI становили від 84,2 до 88,8% і припали на 2008 р. в Дніпропетровській області, на 1997 в Запорізькій області, та на 2014 р. в Донецькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 31-40%, з максимумом в Донецькій області.

В липні в усіх областях також відзначалося зростання індексу протягом досліджуваного періоду. Мінімум VCI в усіх областях спостерігався в 1983 р. та коливався в межах 10,5-15,6%. Максимальні значення VCI дорівнювали 88,1-84,9% та припали на 2001 р. в Запорізькій та Дніпропетровській областях, на 1994 р. в Донецькій області. За лінією тренда осереднені значення VCI у всіх областях підвищилися на 23-32%, з максимумом в Донецькій області.

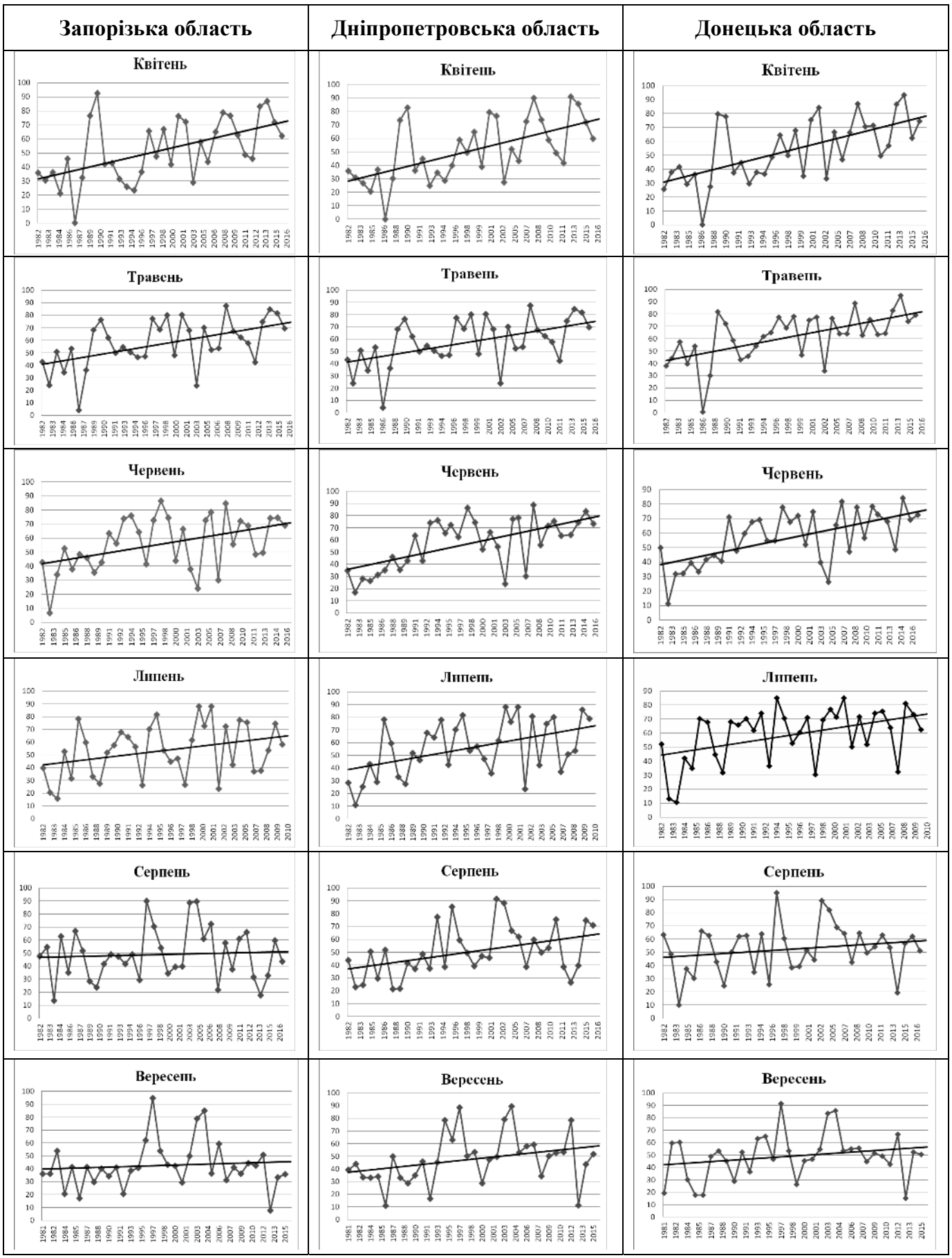

Рис. 2 – Часовий хід VCI по місяцях вегетаційного сезону в областях південного сходу України (Запорізькій, Дніпропетровській, Донецькій) за період 1985-2015 рр. (пряма – лінія тренду)

В серпні в усіх областях спостерігалося зменшення інтенсивності зростання індексу протягом періоду дослідження. Мінімум VCI спостерігався в 1983 р. та коливався в межах 9,9-21,5%, тобто серпень був дуже посушливим в цьому році. Максимальні значення VCI становили від 89,9 до 94,9% і припали на 1996 р. в Запорізькій області, на 2001р. в Дніпропетровській та на 1997 р. в Донецькій області. Найбільше зростання (на 24%) індексу VCI за лінією тренду спостерігалося в Дніпропетровській області, в двох інших областях індекс змінювався несуттєво.

В вересні помітне зростання індексу VCI спостерігалося лише в Дніпропетровській області (близько 21% за лінією тренду), в інших областях індекс майже не змінювався. Найменші значення VCI спостерігалися в 2013 р. та коливався в межах 7,7-15, що відповідає високому ступеню посушливості. Максимальні значення VCI становили від 89,4 до 94,7% і припали на 1996 р. в Запорозькій області, на 1997 та 2004 р. в Дніпропетровській та на 1997 р. в Донецькій області.

Далі розглянемо деякі статистичні характеристики, притаманні індексу VCI в південних областях України за розглянутий період. В табл. 1 представлені статистичні характеристики для областей південного заходу України.

Таблиця 1 – Статистичні характеристики індексу VCI ($VCI_{ср}$ - середнє, $VCI_{мін}$ – мінімальне, $VCI_{макс}$ – максимальне, δ - стандартне відхилення) по південному заходу України для місяців вегетаційного сезону періоду 1985-2015 рр.

Місяць	Одеська область				Херсонська область				Миколаївська область			
	$VCI_{ср}$	$VCI_{мін}$	$VCI_{макс}$	δ	$VCI_{ср}$	$VCI_{мін}$	$VCI_{макс}$	δ	$VCI_{ср}$	$VCI_{мін}$	$VCI_{макс}$	δ
Квітень	51,6	4,7	94,5	26,8	53,2	1,0	84,6	23,9	51,7	0,5	93,9	25,8
Травень	55,7	10,0	93,4	23,9	53,8	5,4	81,9	20,8	54,2	2,1	92,2	22,5
Червень	57,8	26,2	82,2	17,7	52,8	23,4	81,7	15,6	56,0	13,4	83,7	19,2
Липень	54,2	10,3	82,8	18,1	50,7	23,2	83,9	17,5	53,3	13,5	90,3	19,6
Серпень	50,7	17,4	81,6	18,7	49,4	24,7	85,9	17,5	52,6	12,7	89,6	19,1
Вересень	46,9	13,1	83,3	18,6	44,8	11,6	87,9	16,6	48,2	11,3	89,5	19,7

Найменші середні значення VCI спостерігаються в усіх областях в вересні (44,8-48,2%), максимум доводиться на травень в Херсонській області (53,8%) та червень в Одеській (57,8%) та Миколаївській (56,0%) областях.

Мінімальні значення VCI в Одеській області коливаються від 4,7% в квітні до 26,2% в червні, в Херсонській області від 1,0% в квітні до 23,4; в червні, і в Миколаївській областях від 0,5% в квітні до 13,5% в липні. Загалом, найменші значення VCI спостерігаються у весняні місяці, а найменший середній мінімум доводиться на Миколаївську область.

Максимальні значення VCI в Одеській області коливаються від 81.6% в серпні до 94,5% в квітні, в Херсонській області від 81,7% в червні до 87,9; в вересні, і в Миколаївській областях від 83,7% в червні до 93,3% в квітні.

Найменші стандартні відхилення спостерігаються в літні місяці. Максимальні значення доводяться на квітень по усім областям в Одеській (26,8%),в Херсонській (23,9%) та Миколаївській (25,8%) областях.

Розглянемо аналогічні статистичні характеристики для областей південного заходу України, представлені у табл. 2. Як можна бачити, найменші середні значення VCI спостерігаються в усіх областях у вересні (42,6-49,1%), максимум доводиться на травень в Донецькій області (61,5%), Дніпропетровській (57,4%) та Запорізькій (57,4%) областях.

Таблиця 2 – Статистичні характеристики індексу VCI ($VCI_{ср}$ - середнє, $VCI_{мін}$ – мінімальне, $VCI_{макс}$ – максимальне, δ - стандартне відхилення) по південному сходу України для місяців вегетаційного сезону періоду 1985-2015 рр.

Місяць	Запорізька область				Дніпропетровська область				Донецька область			
	$VCI_{ср}$	$VCI_{мін}$	$VCI_{макс}$	δ	$VCI_{ср}$	$VCI_{мін}$	$VCI_{макс}$	δ	$VCI_{ср}$	$VCI_{мін}$	$VCI_{макс}$	δ
Квітень	51,7	0,2	92,5	22,1	50,9	0,1	90,9	22,8	53,9	0,01	93,4	22,1
Травень	57,4	3,9	87,5	19,2	57,4	4	87,5	19,2	61,5	0,7	94,9	19,5
Червень	56	6,7	86,4	19,1	57,3	16,8	88,8	20,5	48,7	11,3	84,2	18
Липень	53,3	15,6	88,1	20,4	55,7	10,7	88,1	21,6	58,6	10,5	84,9	19,4
Серпень	48,9	13,7	89,9	19,9	50,3	21,5	91,4	21,5	52,4	9,9	94,9	18,8
Вересень	42,6	7,7	94,7	17,9	47,7	11	89,4	19,5	49,1	15,1	91,6	18,3

Мінімальні значення VCI в Запорізькій області коливаються від 0,2% в квітні до 15,6% в липні, в Дніпропетровській області від 1,0% у квітні до 21,5% в серпні, і в Донецькій області від 0,01% в квітні до 15,1% в вересні. Загалом, найменші значення VCI спостерігаються у весняні місяці, як і на південному заході України.

Максимальні значення VCI в Запорізькій області коливаються від 86,4% в червні до 94,7% у вересні, в Дніпропетровській області від 87,5% в травні до 90,9% в квітні, і в Донецькій області від 84,2% в червні до 94,9% в травні.

Найменші стандартні відхилення спостерігаються в літні місяці, а в Запорізькій області – у вересні, тобто мінливість вегетаційного індексу в цей період найменша. Максимальні значення δ доводяться на квітень по усім областям в Запорізькій (22,1%), в Дніпропетровській (22,8%) та Донецькій (22,1%) областях.

Використовуючи в якості критерію посух значення VCI ≤ 30, визначимо, як часто спостерігалися посухи в розглянуті місяці досліджуваного періоду в

різних областях півдня України. В табл. 3 представлені результати щодо повторюваності посушливих місяців в певні роки періоду 1985-2015 рр.

В південно-західних областях квітні місяці були посушливими в 6 роках в Одеській області, в 5 роках в Миколаївській області та в 3 роках в Херсонській області. В усіх трьох областях посуха в квітні спостерігалася в 1985, 1987 та 2003 рр.

В південно-східних областях посухи спостерігалися в квітні в 6 роках в Запорізькій та Дніпропетровській областях, та в 4 роках в Донецькій області. Одночасно по трьох областях посухи були у 1985-86 рр. та 1993 р.

Травні були посушливими в 3 роках в Одеській та Херсонській областях та в 4 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в травні спостерігалася в 1985 та 1987 рр. В південно-східних областях посухи в травні були в кожній області в 2-3 роках, при цьому одночасно в усіх областях лише у 1986 р.

Таблиця 3 – Повторюваність років з посухою (VCI ≤ 30) в різні місяці вегетаційного сезону по південних областях України за період 1985-2015 рр.

Місяць	Південно-західні області			Південно-східні області		
	Одеська	Херсон-ська	Миколаїв-ська	Запорізька	Дніпропе-тровська	Донецька
Квітень	1985, 1987, 1988, 1992, 1993, 2003	1985,1987, 2003	1985, 1987, 1993, 1996, 2003	1983, 1985, 1986, 1993, 1994, 2002	1984, 1985, 1986,1993, 1994, 2002	1982, 1985, 1986, 1993
Травень	1985, 1987, 1992	1985, 1987, 2003	1985, 1987, 1992, 2003	1983, 1986, 2002	1983, 1986, 2002	1986, 1987
Червень	1986, 1990, 2007	2003, 2007	1986,1992, 2007	1983, 2003, 2007	1983, 1985, 2003, 2007	1983, 2005
Липень	1986,1990, 2007	1989,1990, 2002, 2007	1986, 1989, 1996, 2007	1983, 1984, 1985, 1989, 1993, 1998, 2002	1983, 1985, 1989, 2002	1983,1988
Серпень	1986, 1992, 1996, 2000, 2007, 2009	1989, 2000, 2007	1986,1989, 1992,1994, 1996	1983, 1989, 1990, 1996, 2008, 2014	1983, 1986, 1988, 1989, 2013	1983, 1990, 1996, 2014
Вересень	1986, 1992, 1994, 2015	1986, 1988, 1992, 1994, 2013	1986,1989, 1992,1994, 2013	1984, 1986, 1988, 1992, 2001, 2013	1986, 1992, 2002, 2013	1981, 1985, 1986, 1990, 1989, 2013

Червні були посушливими в 3 роках в Одеській області, в 2 роках в Херсонській області та в 3 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в червні спостерігалася в 2007 році. В південно-східних областях спостерігалося від 2 до 4 червнів місяців з посухою, при цьому одночасно в трьох областях посуха була у 1983 р., а в двох областях (Запорізька та Дніпропетровська) посуха одночасно спостерігалася у 2007 р. та 2003 р.

Липні були посушливими в 3 роках в Одеській області, в 4 роках в Херсонській області та в 4 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха

в липні спостерігалася в 2007 році. В південно-східних областях найбільша кількість посух у липні спостерігалася в Запорізькій області – 7 років, і лише в двох роках – в Донецькій області. По всіх трьох областях посуха була у 1983 р.

Серпні були посушливими в 6 роках в Одеській області, в 3 роках в Херсонській області та в 5 роках в Миколаївській. В усіх трьох областях посуха в серпні не в якому році не спостерігалася. В південно-східних областях кількість років з посухою в серпні коливалася від 6 у Запорізькій області до 4 в Донецькій області. В усіх трьох областях посуха спостерігалася в цьому місяці у 1983 та 1986 рр.

Вересні були посушливими в 4 роках в Одеській області, в 5 роках в Херсонській та в Миколаївській областях. В усіх трьох областях посуха в вересні спостерігалася в 1986 та 1994 роках. В південно-східних областях по 6 посушливих років спостерігалося в Запорізькій та Донецькій областях та 4 роки – в Дніпропетровській. Одночасно по трьох областях посуха була у 1986 році, тобто, вересень 1986 р. виявився посушливим в усіх шести південних областях України.

Висновки

Аналіз часового ходу індексу VCI по областях півдня України показав, що за лінійним трендом спостерігається підвищення значень індексу у всіх місяцях протягом досліджуваного періоду. При цьому найбільша інтенсивність зростання відмічається у весняні місяці та в першій половині літа. Підвищення значень VCI у квітні-травні може свідчити про те, що настання весни з кожним роком від початку періоду відбувалося все раніше, тому в останнє десятиліття значення VCI навесні були вже досить високими через добре розвинуту рослинність.

Мінімальні і максимальні значення VCI в більшості південних областей спостерігалися у весняні місяці, а також у вересні. Абсолютні максимуми VCI відмічаються переважно навесні та на початку літа, але можуть припадати й на кінець вегетаційного сезону. Найбільша мінливість (за стандартним відхиленням) індексу VCI притаманна весняним місяцям через змінні погодні умови, влітку межі коливання цього параметру менші.

Аналіз повторюваності посух по різних місяцях протягом досліджуваного періоду показав, що загалом, найбільш часто посуха зустрічалася в серпні та вересні – до 5-6 років, в інших місяцях середня повторюваність посух становила 3-4 рази. По всьому півдню України найбільш посушливими виявилися: квітень 1985 р., червень 2007 р., вересень 1992 р. Сувора та тривала посуха охоплювала південно-західні області навесні 1987 та 2003 рр., влітку 2007 р., восени 1994 р. В південно-східних областях особливо посушливою видалася весна 1986 р., літо 1983 та 1989 рр. та початок осені 2013 р.

Таким чином, використання супутникового вегетаційного індексу VCI дозволяє легко оцінювати ступінь посушливості поточних погодних умов та визначати періоди з посухою в областях Степової зони України.

Перелік посилань

1. Бучинский И.Е. Засухи и суховеи. Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 214 с.
2. Клімат України // За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид. Раєвського, 2003. 343 с.
3. Семенова І.Г. Використання вегетаційних індексів для моніторингу посух в Україні // Український гідрометеорологічний журнал. 2014. Вип. 14. С. 43-52.
4. Семёнова И. Г. Оценка засушливых условий на Украине в конце XX - начале XXI столетия // Вестник Балтийского федер. ун-та им. И. Канта. 2014. № 1. С. 20-29.
5. Хлебникова Е.И., Павлова Т.В., Сперанская Н.А. Засухи // Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем / Под ред. С.М. Семенова. М.: Росгидромет, НИЦ "Планета", 2012. С. 126-164.
6. Хохлов В.М. Просторово-часовий розподіл засух на території України в умовах зміни клімату // Український гідрометеорологічний журнал. 2011. Вип. 8. С. 38-43.
7. Kogan F.N. Droughts of the late 1980s in the United States as derived from NOAA polar orbiting satellite data // Bull. Amer. Met. Soc. 1995. Vol. 76, No. 5. P. 655-668.

Про авторів

Семенова І.Г., д.геогр.н., професор кафедри метеорології та кліматології Одеського державного екологічного університету

Лаврент'єва А.О., магістр кафедри метеорології та кліматології Одеського державного екологічного університету

Делінський Д.С., магістр кафедри метеорології та кліматології Одеського державного екологічного університету