

УДК 502/504:502.3/.7(55):551.58
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.124.33>

ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ЗОНИ СТЕПУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

Скок С.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю. В. Пилипенка,
Херсонський державний аграрно-економічний університет

Стрімке потепління у всіх регіонах світу є сучасним викликом людства та пріоритетним питанням міжнародної політики щодо зниження негативних наслідків кліматичних змін.

Встановлено, що швидкість підвищення температури на території України відбувається прискореними темпами, перевищує загальносвітові показники вдвічі. Протягом останніх 30 років спостерігається збільшення повторюваності екстремальних температур та кількості інтенсивних опадів, що сприяє погіршенню якості ґрунтів, передчасному досягненню та зниженню рівня врожайності сільськогосподарських культур. Тому в умовах негативного впливу кліматичних факторів на природне середовище особливої актуальності набуває розробка адаптивних технологій у сільськогосподарському виробництві.

На основі багаторічної динаміки температури і опадів, встановлені негативні зміни щодо зростання середньорічних температур на 1,0–1,1°C та зменшення рівня опадів до 70 мм/рік, що призвело до підвищення рівня теплозабезпеченості ґрунтів, зростання біологічної активності ґрунту, мінералізації, швидкості розкладу органічних речовин, зниження вологозабезпеченості ґрунтів. В умовах дефіциту опадів у зоні дослідження спостерігалось випадання малооефективних локальних злив у літній період, кількість яких перевищувала нормативні показники за місяць, що сприяло дегуміфікації сільськогосподарських земель, втрати азоту, фосфору, калію. Стихійні метеорологічні явища у вигляді сильного вітру та пилових бурь спричинили розвиток ерозійних процесів та зростання еродованості ґрунтів. Середньорічні втрати гумусу внаслідок ерозійних процесів склали 1,38 т/га. Згідно проведеної інтегральної оцінки родючості ґрунтів за вмістом гумусу, фосфору, калію, цинку, марганцю та міді встановлено, що ґрунти Степової зони відносяться до VI класу задовільної якості. Збільшення рівня врожайності зернових культур відбувається за рахунок розширення площ їх насаджень, що призводить до зростання рівня розораності земель Степової зони. Для покращення агрохімічних показників ґрунту в умовах негативних глобальних змін запропоновано введення до сівозмін бобових культур, використання очищених стічних вод у якості альтернативних джерел зрошення, підвищення вологозабезпечення ґрунтів за рахунок накривного штучного та природного ґрунтового покриття, насадження лісосмуг, скорочення розораності території, відведення земель під природні стійкі ландшафти.

Ключові слова: глобальне потепління, дефіцит вологи, оцінка якості ґрунтів, гумус, поживні речовини, деградація земель, адаптивні заходи.

Skok S.V. Assessment of soil quality in the Steppe zone of Ukraine under the conditions of global climate change

Rapid warming in all regions of the world is a modern challenge of humanity and a priority issue of international policy to reduce the negative effects of climate change. It was established that the rate of temperature rises in Ukraine is accelerating, and exceeds world figures twofold.

Over the last 30 years, there has been an increase in the frequency of extreme temperatures and heavy rainfall, which contributes to the deterioration of soil quality, premature ripening of crops and reduced crop yields. Therefore, in the conditions of negative influence of climatic factors on the natural environment, the development of adaptive technologies in agricultural production becomes especially important. Based on the long-term dynamics of temperature and precipitation, negative changes in the growth of average annual temperatures at 1.0–1.1 degree Celsius and a decrease in precipitation to 70 mm per year, led to increasing soil heat, increasing soil biological activity, mineralization, quicker decomposition of organic matter, reduction of soil moisture. In conditions of precipitation deficit in the study area, inefficient local rainfalls were observed in the summer, the number of which exceeded the norm for the month, which contributed to the dehumidification of agricultural land, loss of nitrogen, phosphorus, potassium. Natural

meteorological phenomena in the form of strong winds and dust storms contributed to the development of erosion processes and increasing soil erosion. The average annual loss of humus due to erosion was 1.38 tons per hectare. According to the integrate assessment of soil fertility in terms of humus, phosphorus, potassium, zinc, manganese and copper, it was determined that the soils of the steppe zone belong to class VI of satisfactory quality. The increasing of grain yield is achieved by expanding the area of their plantings, which leads to an increase in the level of plowing of the steppe zone. To improve the agrochemical parameters of the soil in the face of negative global changes, it is proposed to introduce legumes into crop rotations, use treated wastewater as an alternative source of irrigation, increase soil moisture through cover artificial and natural soil cover, plantings, reduce forest plowing, sustainable landscapes. To improve the agrochemical parameters of the soil in the condition of negative global changes climate, it is proposed to introduce legumes into crop rotations, use treated wastewater as an alternative source of irrigation, increase soil moisture through cover artificial and natural soil cover, plant forest belts, reduce the ruin of agricultural land, allocation of land for sustainable natural landscapes.

Key words: global warming, moisture deficit, soil quality assessment, humus, nutrients, land degradation, adaptive measures.

Постановка проблеми. Глобальна зміна клімату, спричинена довготривалим систематичним антропогенним впливом на навколишнє природне середовище перетворилася на головну міжнародну, науково-технічну та екологічну проблему суспільства. Збільшення середньорічної температури почалося з 1880 року на $0,93^{\circ}\text{C}$, внаслідок чого у планетарній кліматичній системі почалося стрімке потепління [1]. У 80-х роках ХХ століття швидкість зростання температури набула значного розмаху, підвищився рівень Світового океану, змінилася циркуляція повітряних мас, збільшилася кількість гідрометеорологічних катаклізмів у вигляді посухи, повеней, тайфунів та смерчів. Основними причинами глобального потепління є підвищена концентрація парникових газів, зміна хімічного складу атмосферного повітря, порушення теплового балансу в глибинах водойм та поглинання сонячної радіації [2].

Основним показником в оцінці змін клімату є середньорічна температура повітря. Територія України є вразливою до кліматичних змін, швидкість підвищення температури відбувається прискореними темпами, що перевищує загальносвітові показники вдвічі. Зважаючи на те що протягом останніх 30 років кліматичні зміни спричинені антропогенними факторами, на території України спостерігається збільшення повторюваності екстремальних температур та кількості інтенсивних опадів, що сприяє погіршенню якості ґрунтів, передчасному досягненню та зниженню рівня врожайності сільськогосподарських культур [3].

Починаючи із 1991 року кожне наступне десятиріччя було теплішим за попереднє у період 1991–2000 років – на $0,5^{\circ}\text{C}$, 2001–2010 років – на $1,2^{\circ}\text{C}$, 2011–2019 років – на $1,7^{\circ}\text{C}$ [4]. Підвищення температури повітря призводить до збільшення площ територій недостатнього зволоження та зменшує кількість ефективних опадів, які є лімітуючим фактором родючості ґрунтів та врожайності сільськогосподарських культур.

У зв'язку із непередбачуваними глобальними кліматичними змінами для ефективного ведення сільського господарства необхідно проводити детальні дослідження щодо закономірностей просторово-часового розподілу кліматичних показників, які впливають на строки планування польових робіт та розвиток деградаційних процесів ґрунту. Крім того важливістю набуває адаптація аграрного сектору до нових кліматичних умов на основі заощадження водних ресурсів, виведення посухостійких видів сільськогосподарських культур, збагачення ґрунту поживним и речовинами за рахунок введення до сівозмін багаторічних трав та сидератів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання глобальних змін клімату порушується у вітчизняних та зарубіжних наукових працях. Дослідження направлені на виявлення причин змін клімату як необоротного процесу його впливу на агрохімічний стан ґрунтів та врожайність сільськогосподарських культур. За дослідженнями науковців головною причиною зміни кліматичних показників є збільшення парникових газів, в основному діоксиду вуглецю. При чому наукові результати вчених [4; 5] підтвердили позитивний вплив зростання CO_2 на врожайність сільськогосподарських культур за рахунок стимуляції процесу фотосинтезу, зменшення транспірації та ефективного засвоєння вологою рослини. Однак в умовах регіональних кліматичних змін науковці пропонують здійснювати аналіз просторово-часового розподілу температури, опадів, оскільки збільшення повторюваності посушливих років негативно впливає на агрохімічні показники ґрунтів та врожайність сільськогосподарських культур [1; 2].

Кривошеїн О.О. [6], Дмитренко В.П. [7] відзначали, що рівень врожайності сільськогосподарських культур залежить від абіотичних та антропогенних факторів, які впливають на погодні умови середовища.

За дослідженнями Дєдова О.В. [8] встановлено, що гідрометеорологічні процеси відіграють велику роль в ґрунтоутворенні, внаслідок розкладу рослинних решток, які беруть участь у гуміфікації. При цьому важливим показником впливу на хімічний стан ґрунтів є термічний, що визначає швидкість та обсяги гумусоутворення, випаровування, мінералізацію та міграцію гумусових речовин.

Степаненко С.М. [9] акцентує увагу на проблемі підвищення суми опадів на 2,3% та температури, внаслідок чого погіршуються умови вологозабезпечення рослин і ґрунтів.

За прогнозними оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату встановлена необхідність застосування адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, оскільки за умови підвищення температури на 2°C спостерігається зниження врожайності пшениці, кукурудзи, сої та рису, скорочення загальних запасів водних ресурсів та посилення продовольчої небезпеки у глобальному масштабі [3].

Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН разом із Міжнародним Інститутом прикладного системного аналізу запропоновано здійснювати кількісну оцінку продуктивності сільськогосподарських земель за методологією агроекологічного зонування із врахуванням кліматичних показників та ґрунтових умов.

Постановка завдання – встановити закономірності просторово-часових змін якісних показників ґрунтів Степової зони в умовах глобальних змін клімату.

Виклад основного матеріалу дослідження. Методологічною основою дослідження були методи структурно-системного аналізу, синтезу, структурно-логічного узагальнення. Інформаційною основою дослідження були статистичні дані та результати семи п'ятирічних турів обстеження: з V (1986 – 1990 рр.) до X туру (2011 – 2015 рр.) [10]. Агрохімічний стан ґрунтів Степової зони визначено за інтегральним показником родючості ґрунтів за вмістом макро та мікроелементів за формулою [11]:

$$B_n = \frac{X}{A} * 100, \quad (1)$$

де B_n – індекс родючості ґрунтів;

X – фактичне значення кожного агрохімічного показника, мг/кг;

A – оптимальне значення агрохімічного показника, мг/кг.

Нормативні значення агрохімічних показників були взяті згідно ДСТУ 4362:2004 «Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів».

Агрохімічна оцінка сільськогосподарських земель здійснена із врахуванням факторів клімату. На основі класифікаційної шкали якості ґрунтів визначено рівень придатності земель для сільськогосподарського виробництва [12].

Зона Степів України, характеризується посушливим кліматом та значною сумою активних температур 3200- 3400 °С, що характерно для субтропічних територій. Кліматичні умови характеризуються м'якою зимою, жарким та довгим літом із сильними вітрами, частими суховіями. Основну роль у формуванні кліматичних параметрів року відіграють термічні умови. Температурний режим визначається особливостями атмосферної циркуляції, радіаційними факторами та характером підстилаючої поверхні. Амплітуда абсолютних температур складає 72°С.

Підвищення температури повітря на 1 °С призводить до скорочення площі території достатнього зволоження (Полісся та західна частина Лісостепу) та переходу її у зону нестійкого зволоження, навіть за умови збільшення середньорічної кількості опадів (рисунок 1) [4].

Інтенсивне зростання теплових ресурсів та зменшення кількості опадів у зоні Степу України, яка розташована в межах приморської кліматичної підзони сприяє кліматичній нестабільності території, яка негативно впливає на стан якості ґрунтів та рівень врожайності сільськогосподарських культур.

За багаторічними дослідженнями розподілу середньорічної температури та кількості опадів встановлено зростання посушливості сільськогосподарських земель (рисунок 2, 3).

Згідно трендових ліній динаміки багаторічних показників температури і опадів, встановлені негативні зміни щодо зростання середньорічних температур та зменшення рівня опадів. Середньорічні температури зросли на 1,0–1,1°С, опади зменшились на 70 мм/рік.

Підвищення температур на фоні зменшення опадів вплинули на зміну суми активних температур, загальну та відносну вологість повітря, що набуло прояву в змінах сезонних метеокліматичних переходах, у сезонних змінах зволоженості ґрунту та випаровуваності. Збільшення теплозабезпеченості ґрунтів сприяє зростанню біологічної активності ґрунту, мінералізації, швидкості розкладу органічних речовин.

Важливим екологічним фактором навколишнього середовища, який впливає на стан якості ґрунтів та врожайність сільськогосподарських культур є зволоженість. Кількість доступної вологи рослинам залежить від сезонного розподілу опадів, випаровування та формування поверхневого стоку. При цьому вологість ґрунту є індикатором врожайності сільськогосподарських культур, від якої залежать процеси транспірації та росту рослин. Нестійкий сніговий покрив, несприятливі умови інфільтрації талих вод, інтенсивне сніготанення, наявність льодяних кірок сприяють зниженню вмісту вологи у ґрунтах Степової зони України. Проблема вологозабезпечення ґрунтів ускладнюється тим, що 70% опадів випадають у теплий період (таблиця 1), значна частина ґрунтової вологи випаровується.

У 2019 році кількість опадів у холодний та теплий період року у зоні Степу України становила на 3-5% менше за кліматичну норму. В умовах дефіциту опадів у зоні дослідження спостерігалось випадання малоефективних локальних злив, кількість яких перевищувала нормативні показники за місяць.

Частка інтенсивних опадів спостерігається в літній період, що складає 61%. Інтенсивні опади сприяють формуванню значного поверхневого стоку, який розмиває верхній родючий шар ґрунту.

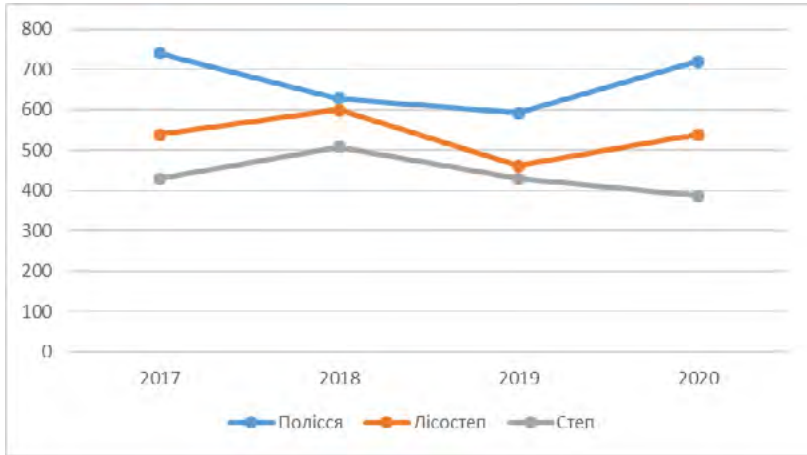


Рис. 1. Динаміка середньорічного розподілу опадів кліматичних зон

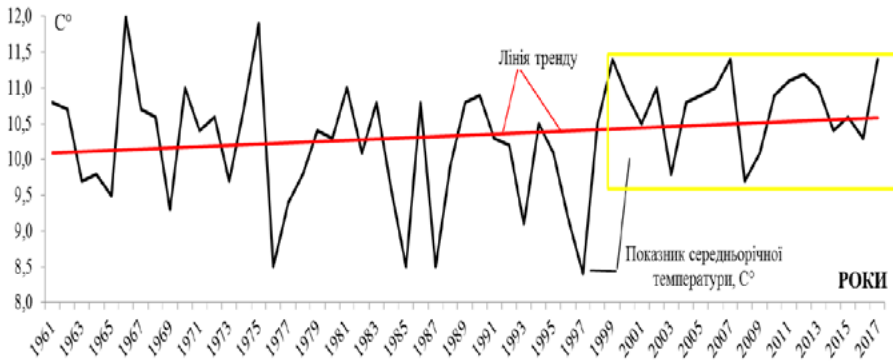


Рис. 2. Динаміка середньорічних температур (°C) по метеостанції міста Херсон

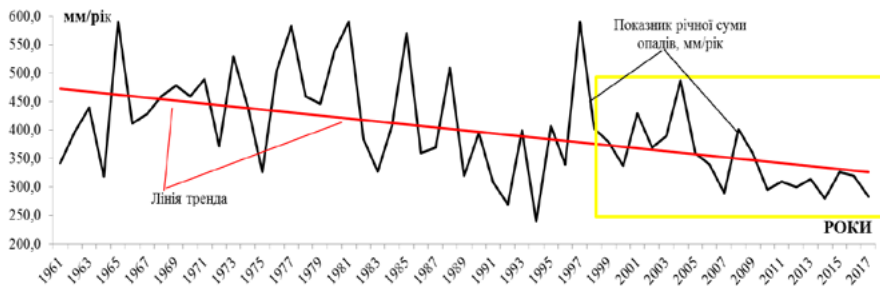


Рис. 3. Динаміка середньорічних температур (°C) по метеостанції міста Херсон

Таблиця 1

Розподіл опадів у кліматичних зонах України за сезонами [3]

Агрокліматичні зони	Сума опадів за холодний період (листопад 2018 р. – березень 2019 р.), мм		Сума опадів за теплий період (квітень – жовтень 2019 р.), мм	
	Норма	Факт	Норма	Факт
Степ	196	189	304	288
Лісостеп	200	187	413	308
Полісся	212	191	473	413

Зростання температури впливає на вологозабезпеченість ґрунтів. За величиною кліматичного балансу, який визначається як різниця між величиною опадів та потенційним сумарним випаровуванням, дефіцит вологи досліджуваної території у 2019 році становив 460 мм.

В умовах глобальних змін клімату на території Степової зони спостерігаються стихійні метеорологічні явища у вигляді граду, сильного вітру та пилових бурь. Небезпечні метеоумови спричиняють розвиток водної та вітрової ерозії, зростання еродованості та дегуміфікації сільськогосподарських земель, втрати азоту, фосфору, калію й інших поживних речовин [13-15]. Середньорічні втрати гумусу внаслідок ерозійних процесів складають 1,38 т/га, внаслідок чого знижується рівень врожайності зернових культур до 50% [10].

Вміст гумусу має просторово-часовий розподіл, пов'язаний із генезисом ґрунтів (таблиця 2). Потягом останніх 30 років вміст гумусу у Степовій зоні знизився на 35%. Із змиванням кожного сантиметра гумусового горизонту погіршується структура, водно-повітряний режим ґрунту, знижується рівень вологи ґрунтів на 22% та потенціальна врожайність зернових культур на 0,5-2 ц/га [8].

Згідно даних X туру обстеження 54% сільськогосподарських земель Степової зони характеризуються середнім вмістом гумусу, 50% характеризуються високим вмістом калію, 26% земель мають підвищений вміст фосфору. Висока забезпеченість макроелементами ґрунтів досліджуваної території пояснюється обмінними процесами в умовах збільшення теплотозабезпечення. Згідно агрохімічної паспортизації 50% земель віднесено до XIII класу низької якості ґрунтів.

Таблиця 2

Динаміка вмісту гумусу в розрізі природних зон України

Тур спостережень, роки	Природні зони					
	Полісся	Рівень забезпеченості	Лісостеп	Рівень забезпеченості	Степ	Рівень забезпеченості
V (1986–1990)	2,26	середній	3,38	підвищений	3,77	підвищений
VI (1991–1995)	2,25	середній	3,32	підвищений	3,60	підвищений
VII (1996–2000)	2,22	середній	3,22	підвищений	3,47	підвищений
VIII (2001–2005)	2,18	середній	3,21	підвищений	3,46	підвищений
IX (2006–2010)	2,24	середній	3,19	підвищений	3,40	підвищений
X (2011–2015)	2,33	середній	3,21	підвищений	2,45	середній

Інтегральна оцінка родючості ґрунтів за вмістом гумусу, фосфору, калію, цинку, марганцю та міді склала 61 бал із врахуванням поправочного коефіцієнта на клімат (0,68) – 41,4 бали. Згідно класифікаційної шкали якості ґрунти Степової зони відносяться до VI класу задовільної якості.

Поширеними сортами в зоні Степу є озима пшениця, соняшник, рис та ячмінь, які займають великі площі сільськогосподарських земель і характеризуються низьким рівнем залучення матеріальних та трудових ресурсів. У загальній структурі сільськогосподарського виробництва продукція рослинництва у 2020 році займала 77,3%, що на 13,4% більше протягом останніх 10 років. Середньорічне підвищення температури сприяє своєчасному дозріванню, зменшенню ризиків вимерзання рослин. Подовження вегетаційного періоду сільськогосподарських культур за умови достатнього зрошення та додаткового внесення добрив дозволяє вирощувати по два врожаї сільськогосподарських культур. Однак екстремальні температури атмосферного повітря призводять до зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті та вмісту поживних речовин, внаслідок чого розширюються площі посівів зернових культур, збільшується рівень розораності Степової зони.

Прогнозується, що до 2030 року об'єми викидів парникових газів збільшаться на 90%. При цьому середньорічна температура досягне 1,5 °С, що спричинить незворотні зміни в природних екосистемах, дефіциту водних ресурсів, посилення продовольчої небезпеки через зниження врожайності сільськогосподарських культур, додаткових матеріальних витрат на внесення поживних речовин до ґрунту.

Тому доцільності набуває адаптація землеробства до глобальних кліматичних змін. Перспективою сільськогосподарського виробництва є вирощування бобових культур, врожайність яких підвищується до 20% в умовах збільшення температури атмосферного повітря та недостатнього зволоження сільськогосподарських земель. При низькому рівні водозабезпеченості Степової зони та зменшенні середньорічної кількості опадів доцільності набуває застосування альтернативних джерел зрошення сільськогосподарських культур, таких як очищені каналізаційні стічні води, організація дренажної системи збору зливових стоків. Для підвищення рівня вологозабезпечення ґрунтів пропонуємо застосувати накривний штучний ґрунтовий покрив із нетканого текстилю або природної рослинності. Зниження прояву ерозійних процесів можливо досягнути за рахунок насадження лісосмуг, скорочення розораності території та відведення земель під природні стійкі ландшафти.

Висновки і пропозиції. Антропогенна діяльність призвела до глобальних кліматичних змін, збільшення проявів екстремальних температур, кількості інтенсивних неефективних злив, внаслідок чого знижується потенціал відновлення природних екосистем, погіршуються показники родючості ґрунтів, зростає дефіцит водних ресурсів. За багаторічними дослідженнями розподілу середньорічної температури та кількості опадів Степової зони встановлено негативні зміни щодо підвищення середньорічних температур, зменшення рівня опадів, які призвели до зростання посушливості сільськогосподарських земель. За величиною кліматичного балансу встановлено дефіцит вологи досліджуваної території на рівні 460 мм. Внаслідок розвитку ерозійних процесів середньорічні втрати гумусу склали 1,38 т/га, спостерігалось зниження врожайності сільськогосподарських культур до 50%. В умовах зростання середньорічної температури спостерігався підвищений вміст фосфору 147 мг/кг та високий вміст калію 193 мг/кг, які позитивно впливають на розвиток сільськогосподарських культур, сприяють їх стійкості до дефіциту вологи та ураження хворобами. Згідно проведеної

оцінки родючості ґрунтів Степової зони із врахуванням впливу кліматичних змін встановлено, що ґрунти відносяться VI класу задовільної якості. Запропоновано заходи щодо адаптації землеробства в умовах глобальних змін клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Сайко В.Ф. Землеробство в контексті змін клімату. Наукові праці Національного наукового центру Інститут землеробства УААН. Київ, 2009. Спец. випуск. С. 4-12.
2. Польовий А. М. Вплив антропогенних змін клімату на сільське господарство. Одеса, 2013. 107 с.
3. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с.
4. Адаменко Т.І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням зміни клімату. Київ, 2014. 16 с.
5. Світличний О. О., П'яткова А. В. Прикладне ерозієзнавство. Одеса: Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, 2020. 136 с.
6. Кривошеїн О.О., Однолєток Л.П., Дзюба Л.П. Оцінка впливу погодних умов та організаційно-технологічних заходів на урожайність озимої пшениці за її кліматичним потенціалом. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 269. С. 151-158.
7. Дмитренко В.П. Погода, клімат і урожайність польових культур. УНД гідрометеорологічний ін-т. К.: Ніка-Центр, 2010. 620 с.
8. Дєдов О.В., Пасічняк В.І., Нагрибецький М.І. Ґрунти в умовах кліматичних змін: адаптація, реадаптація, преадаптація? *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. 2017. Вип. 47. С. 100-105.
9. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України [Текст]: монографія / С. М. Степаненко та ін. Одеса: Екологія, 2011. 696 с.
10. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України, за результатами X туру (2011–2015 рр.) агрохімічного обстеження земель / За ред. Яцука І.П. Київ, 2020. 208 с.
11. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2013. 104 с.
12. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233.
13. Dudiak N.V., Pichura V.I., Potravka L.A., Straticuk N.V. Geomodelling of Destruction of Soils of Ukrainian Steppe Due to Water Erosion. *Journal of Ecological Engineering*. 2019. Vol. 20, Iss. 8. P. 192-198.
14. Breus D. S., Evtusenko O.V., Skok S.V., Rutta O.V. Method of forecasting the agro-ecological state of soils on the example of the south of Ukraine 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. Vol. 20. Book 5.1, P. 523-528 DOI: 10.5593/sgem2020/5.1/s20.066.
15. Breus D. S., Skok S.V. Spatial modelling of agro-ecological condition of soils in steppe zone of Ukraine. *Indian Journal of Ecology*. 2021. 48 (3). P. 627-633.