

Пічура В. І., д.с.-г.н., професор, Потрака Л. О., д.е.н., професор, Дудяк Н. В., д.е.н., доцент (Херсонський державний аграрно-економічний університет), **Прищепа А. М., д.с.-г.н., професор** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Півне, pichuravitalii@gmail.com)

ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНЕ БОНІТУВАННЯ СТЕПОВИХ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Ґрунтово-кліматичні умови мають самостійний і комплексний просторово-часовий вплив на потенціал та ступінь сприятливості вирощування сільськогосподарських культур і отримання урожаю, який визначається зональними фізико-географічними особливостями території степових регіонів України – Дніпровської, Запорізької, Кіровоградської, Миколаївської, Одеської, Херсонської областей, загальною площею досліджень – 167,4 тис. км². Площа сільськогосподарських угідь складає 133,5 тис. км², в т.ч. ріллі – 113,5 тис. км², з них площа зрошуваних земель, на яких забезпечено належне функціонування інфраструктури зрошувальних систем становить 6,3 тис. км². В дослідженні використана методика бонітету зональних ґрунтів за І.І. Кармановим. Просторове моделювання здійснено із застосуванням методів геостатистики та алгебри карт програмного продукту ArcGIS 10.1. В результаті геомоделювання створені растрові моделі та встановлені просторові закономірності розподілу чотирьох складових бонітету зональних ґрунтів: сумарний показник властивостей ґрунту, коефіцієнт зволоження, коефіцієнт континентальності клімату, середньорічна сума активних температур більше 10°С. Визначено, що на території степового регіону досліджень переважають сільськогосподарські угіддя середньої якості, в залежності від виду вирощування сільськогосподарських культур, їх площа варіює від 32,0% до 72,2%, з низькою якістю змінюється в межах 1–13%, високою і дуже високою якістю – 15,5–67,2%. Бали бонітету встановлені за єдиною шкалою оцінки якості земель, що дозволяє об'єктивно розрахувати біопродуктивний потенціал території, визначити площу сільськогосподарських угідь за їх якісними характеристиками, уточнити нормативну грошову оцінку та визначити оптимальний рівень податку на землю сільськогосподарського призначення, скоригувати норми зрошен-

104

ня з метою зменшення об'єму водозабору із природних водних джерел, обґрунтувати заходи і терміни рекультивациі деградованих земель.

Ключові слова: ґрунти; клімат; бонітет; сільськогосподарські угіддя; сільськогосподарські культури; зона Степу України; гео-моделювання; ГІС-технології.

Постановка проблеми. Антропогенне навантаження на природне середовище перевищило потенціал його стійкого розвитку, що призвело до глобальної екологічної кризи. Для її подолання необхідно впроваджувати диференційно-територіальний екологічний менеджмент, який, у свою чергу, складається з комплексної оцінки території різної локалізації та плану заходів, спрямованих на відновлення природного балансу [1; 2]. Особливу увагу необхідно приділяти проблемам раціонального та ефективного використання сільськогосподарських земель, спеціалізації та концентрації сільськогосподарського виробництва з урахування природних або ґрунтово-кліматичних умов окремих територій, до яких відносяться кліматичні умови, якість ґрунтів і рельєф [3]. Важливу роль в організаційних роботах щодо раціонального використання сільськогосподарських земель є бонітування зональних ґрунтів, яке являє собою універсальну оцінку їх родючості при порівнянні агрокліматичних умов, встановлення ступеню інтенсивності землеробства для забезпечення ефективного еколого-безпечного виробництва із оптимальним використанням потенціал ґрунту [4]. Також характеризує зональні особливості ґрунтів як середовища для сприятливості життя рослин, виражену в кількісних показниках родючості – балах (від 0 до 100 балів), обчислених за властивостями ґрунтів і кліматичними умовами, основними із яких є вміст гумусу, потужність гумусового горизонту, гранулометричний склад, вміст макроелементів, вологозабезпеченість, сума активних температур тощо. Обов'язковим є урахування усіх причинно-наслідкових зв'язків, зокрема вплив рельєфу, як загальної інтегральної функції, що визначає процес перерозподілу тепла і вологи в ґрунті і значною мірою обумовлює урожай сільськогосподарських культур. По відношенню до ґрунтознавства А. Джеррард назвав такий підхід «інтеграцією геоморфології і ґрунтознавства» [5]. Значна просторова диференціація рельєфу і природно-кліматичних умов в значній мірі визначає агровиробничі групи ґрунтів і рівень екстенсивності сільськогосподарського освоєння територій у різних

фізико-географічних зонах [6].

Бонітування ґрунтів є логічним продовженням комплексних обстежень земель і державної кадастрової оцінки земель сільськогосподарського призначення, які у галузі земельних відносин є основою для встановлення земельного податку, ставок іпотеки та розміру орендної плати, стартової ціни на торгах і аукціонах, а також використовується в інших областях, пов'язаних з управлінням земельними ресурсами. Кадастрова оцінка повинна бути направлена на максимально точне врахування всіх умов, що впливають на вартісну характеристику ґрунтів. Тому, актуальним завданням є уточнення балів бонітету ґрунтів в межах окремого землекористування за умов неоднорідності рельєфу. Сучасний рівень розвитку геоінформаційних систем, їх можливостей аналізу і вирішення прикладних завдань, в повній мірі дозволяє реалізувати це завдання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Академік С. С. Соболев [7] відзначав, що бонітування – це спеціалізована класифікація ґрунтів за їх продуктивністю, основана на об'єктивних ознаках (властивостях) самих ґрунтів, найбільш важливих для росту сільськогосподарських культур і корелюючих із середньою багаторічною урожайністю. На думку В. В. Докучаєва [8] і М. М. Сибірцева [9], основою бонітування ґрунтів повинні виступати їх природні якості, як найбільш об'єктивні та надійні показники, які можливо визначити мірою та вагою властивостей, що закладені в самому ґрунті. По суті, першоосновою наукового бонітування ґрунтів є вірно вибрані критерії бальної оцінки ґрунтів.

В. В. Медведєв [10] відзначав, що бонітування потрібно розглядати як єдину систему «ґрунт-клімат-поле». В рамках запропонованої концепції оцінюється не тільки ґрунт, але й нерозривно пов'язані з ним компоненти, принаймні, клімат і поле, що, робить оцінку ґрунтів більш об'єктивною та розширює її прикладні аспекти. Дослідник також відзначив необхідність урахування характеристик рельєфу у розрахунку бонітету, адже ухил є важливою характеристикою поля й міг би використовуватися в розрахунках бонітету безпосередньо, без використання поправочних коефіцієнтів. Експозицію схилу автор розглядає як важливий фактор родючості та врожайності, але, на жаль, систематичних спостережень за ґрунтовими режимами та врожайністю культур на схилах різної експозиції здійснено недостатньо. Тому, у методиці В.В. Медведєва експозиція не враховується.

У Каліфорнійській методиці бонітування, яка розроблена Р. І. Сторі [11] і використовується у США більше 50 років, особлива увага приділяється саме рельєфу, як регулюючому фактору можливості використання землі та визначення її продуктивності. Перевага

цієї методики полягає в тому, що на основі ухилу рельєфу враховується можливий розвиток ерозії схилів, при цьому виключається можливість отримання завищених результатів бонітування і об'єктивно враховується вплив кожного фактора в загальний бал бонітету. Для визначення ґрунтово-кліматичного потенціалу території степових регіонів України використана методика бонітування зональних ґрунтів за І. І. Кармановим [12]. Учений розглядав бонітування як кількісну оцінку родючості земель для обробітку тих чи інших сільськогосподарських культур. Критеріями оцінки обрані фактори, поділені на три основні групи: природні, економічні та науково-організаційні. Методика І. І. Карманова адаптована на практиці для створення єдиних порівняних шкал оцінки родючості ґрунтів для різних фізико-географічних умов.

Матеріали і методи досліджень. Для створення просторових моделей бонітування ґрунтів на території степових регіонів України (Дніпровської, Запорізької, Кіровоградської, Миколаївської, Одеської, Херсонської областей) у відповідності до єдиної порівняльної шкали оцінки родючості ґрунтів адаптована та апробована методика бонітету зональних ґрунтів за І.І. Кармановим [12], в основу якої, крім властивостей ґрунтів, покладено бонітет клімату з урахуванням основних кліматичних показників, що корелюють із урожайністю – сума активних температур, коефіцієнт зволоження, континентальність клімату. Методика відображає загальні закономірності просторового розподілу урожайності за природними фізико-географічними зонами та дозволяє розрахувати бали бонітету для кожної культури окремо (табл. 1). Маючи дані рельєфу, є можливість екстраполювати кліматичні характеристики на кожний локальний елемент ландшафту, що дозволить конкретизувати умови мікроклімату й, відповідно, встановити бал бонітету ґрунтів.

Розрахунок ґрунтово-кліматичного потенціалу ґрунтів і отримання растрових моделей його розподілу слід здійснювати за формулами розрахунку балів бонітету зональних ґрунтів у робочому модулі Raster Calculator of ArcGIS.

Величина коефіцієнта континентальності клімату (КК) розраховується за формулою:

$$KK = \frac{360(t_{\max}^{\circ} - t_{\min}^{\circ})}{\varphi + 10}, \quad (1)$$

де t_{\max}° – середньомісячна температура найтеплішого місяця; t_{\min}° – середньомісячна температура найхолоднішого місяця; φ – широта місцевості.

Таблиця 1

Розрахунок балів бонітету для різних сільськогосподарських культур із використанням ґрунтово-кліматичних формул

Культура	Розрахункова формула	Примітка
Зернові	$B = 8,2V \frac{\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} \cdot K3}{KK + 70}$	K3 більше 0,9 приймають рівним 0,9
Соняшник	$B = 6,8V \frac{\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} (K3 + 0,2)}{KK + 50}$	K3 більше 0,7 приймають рівним 0,7
Цукровий буряк	$B = 4,3V' \cdot \frac{(\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} + 2000)(K3 - 0,2)}{KK}$	K3 більше 0,9 приймають рівним 0,9; $V' = \frac{4V - 1}{3}$
Багаторічні трави	$B = 5,9V'' \cdot \frac{(\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} + 2000)(K3 - 0,1)}{KK + 100}$	K3 більше 1 приймають рівним 1; $V'' = \frac{V + 1}{2}$
Однорічні трави	$B = 6,8V'' \cdot \frac{(\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ} + 1000)K3}{KK + 100}$	

де, B – бал бонітету; V – сумарний показник властивостей ґрунту; $\sum t^{\circ} \geq 10^{\circ}$ – середньорічна сума температури повітря вище 10°C ; $K3$ – коефіцієнт зволоження за Івановим; KK – коефіцієнт континентальності

Коефіцієнт зволоження ($K3$) визначається за формулою:

$$K3 = P / E, \quad (2)$$

де P – середньорічний кількість опадів, мм; E – середньорічна випаровуваність, г/см²

Сумарний показник властивостей ґрунту встановлюється у відповідності до коефіцієнтів сумарного показнику властивостей ґрунтів (V) від 0,5 до 0,98.

Для детальної локальної оцінки ґрунтів у межах окремих адміністративно-територіальних одиниць і землекористувачів додатково використовуються поправочні коефіцієнти за еколого-агрохімічними показниками стану ґрунтів. Також враховуються крутизна й експозиція схилу. Для умов зрошення в бонітет ґрунтів слід включати додаткову іригаційну вологу та негативні еколого-меліоративні властивості ґрунту (рівень ґрунтових вод, тип засолення та осолонцювання).

За результатами просторового геостатистичного моделювання та алгебри карт програми *ArcGIS* створюються картограми, на яких

відображені бали бонітету ґрунтових різниць на території степових регіонів досліджень України. На основі бала бонітету ґрунтів визначено групу і клас придатності земель відповідно до шкали їх якісної оцінки (табл. 2).

Таблица 2

Шкала якісної оцінки ґрунтів

Клас бонітету	Бал бонітету	Група земель
I	91–100	Ґрунти дуже високої якості
II	81–90	
III	71–80	Ґрунти високої якості
IV	61–70	
V	51–60	Ґрунти середньої якості
VI	41–50	
VII	31–40	Ґрунти низької якості
VIII	21–30	
IX	11–20	Ґрунти дуже низької якості
X	1–10	Непридатні ґрунти

Просторові моделі суми активних температур, коефіцієнту зволоження та континентальності клімату визначалися на основі екстраполяції декомпозицій загальнодоступних даних *CliWare* [13], додаткових даних окремих метеостанцій і національного атласу. Для визначення величини сумарного показника властивостей ґрунтів здійснено векторизацію ґрунтової карти України масштабом 1:2500000. Методом зональної статистики програми *ArcGIS* обчислюють середні значення складових бонітету ґрунтів для кожного адміністративно-територіальної одиниці.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ґрунтовий покрив степових регіонів України характеризується малогумусними ґрунтами з вмістом гумусу в шарі ґрунту 0...20 см від 0,30% до 4,75% (рис. 1). Просторова неоднорідність вмісту гумусу визначена складністю структури ґрунтового покриву, яка обумовлена, в першу чергу, зональними факторами ґрунтоутворення і неоднорідністю гідротермічних умов, по-друге – розвитком глейових процесів в ґрунтових подах за рахунок їх перезволоження талими і дощовими водами, по-третє – інтенсивним проявом солонцювання і засолення при неглибокому заляганні ґрунтових вод.

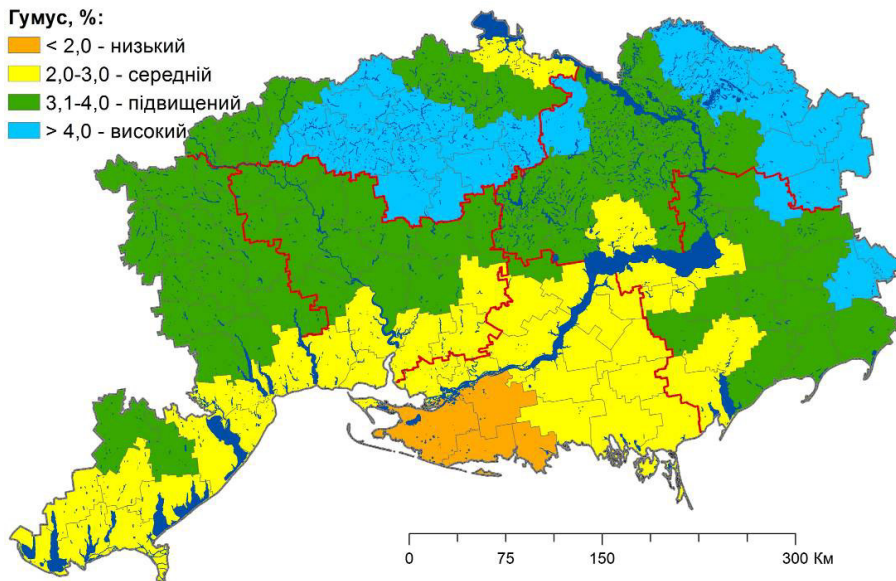


Рис. 1. Просторова диференціація вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарських угідь зони Степу України

Основними типами ґрунтів регіонів зони Степу України (рис. 2) є чорноземи, які займають 83,2% від усієї площі сільськогосподарських земель, каштанові і темно-каштанові ґрунти – 7,7%. Загальна площа степового регіону досліджень склала 167,4 тис. км², в т.ч. сільськогосподарських угідь 133,5 тис. км² (79,7% площі регіону дослідження: Дніпровська – 15,0%, Запорізька – 13,4%, Кіровоградська – 12,1%, Миколаївська – 12,0%, Одеська – 15,4%, Херсонська – 11,8% області), в т.ч. ріллі – 113,5 тис. км² (85,0% площі с.-г. земель: Дніпровська – 15,9%, Запорізька – 14,3%, Кіровоградська – 13,2%, Миколаївська – 12,7%, Одеська – 15,6%, Херсонська – 13,3% області), з них площа зрошуваних земель складає 6,3 тис. км², на яких забезпечено належне функціонування інфраструктури зрошувальних систем (5,6% площі ріллі: Дніпровська – 1,8%, Запорізька – 0,4%, Кіровоградська – 0%, Миколаївська – 0,3%, Одеська – 0,4%, Херсонська – 2,7% області).

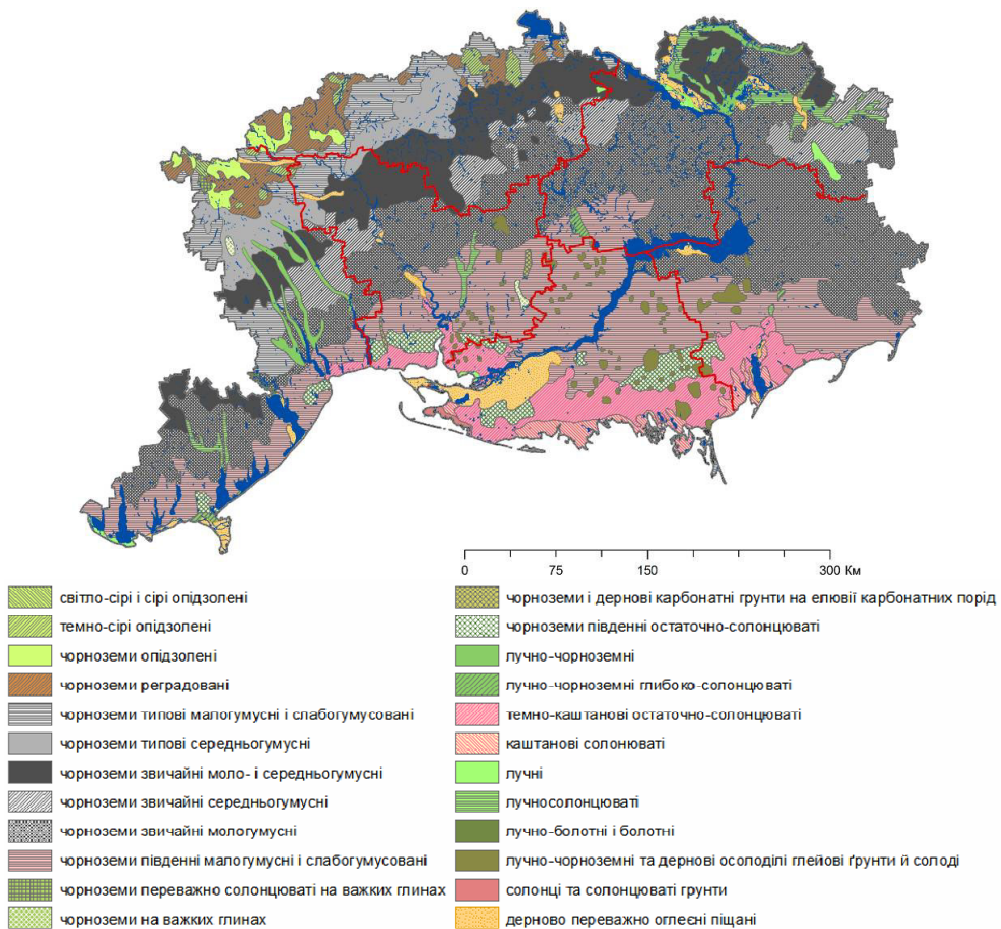


Рис. 2. Типи ґрунтів на території степових регіонів досліджень

Залежно від типу ґрунтів просторова диференціація величини сумарного показника властивостей зональних ґрунтів (V), в залежності від їх сільськогосподарської цінності для степового регіону досліджень, становить від 0,5 для дерново-піщаних і каштаново-солонцюватих ґрунтів, які розташовані в південній частині Херсонської області, до 0,98 для чорноземів типових, що в більшій мірі знаходяться у Одеській і Кіровоградській областях (рис. 3).

Коефіцієнт зволоження ($KЗ$) розрахований за методикою М.М. Іванова визначається відношенням річної кількості опадів до річної величини випаровуваності для відповідного ландшафту, є показником співвідношення тепла і вологи, за допомогою якого виокремлюються зони забезпечення біоценозів вологою. На території степового регіону досліджень значення $KЗ$ зменшується з північного

заході на південний схід від 0,72 до 0,30 (рис. 4). Встановлено, що 33,5% території сільськогосподарських угідь знаходяться на території із дуже посушливими умовами (КЗ 0,33–0,44), посушливими (КЗ 0,44–0,55) – 43,3%, напівпосушливими (КЗ 0,55–0,77) – 23,2%.

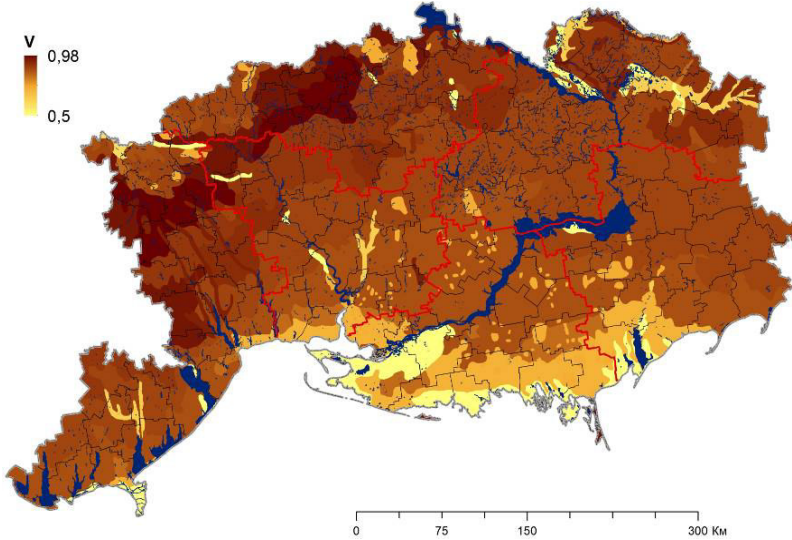


Рис. 3. Растри просторової диференціації сумарного показника властивостей зональних ґрунтів (V) на території зони Степу України

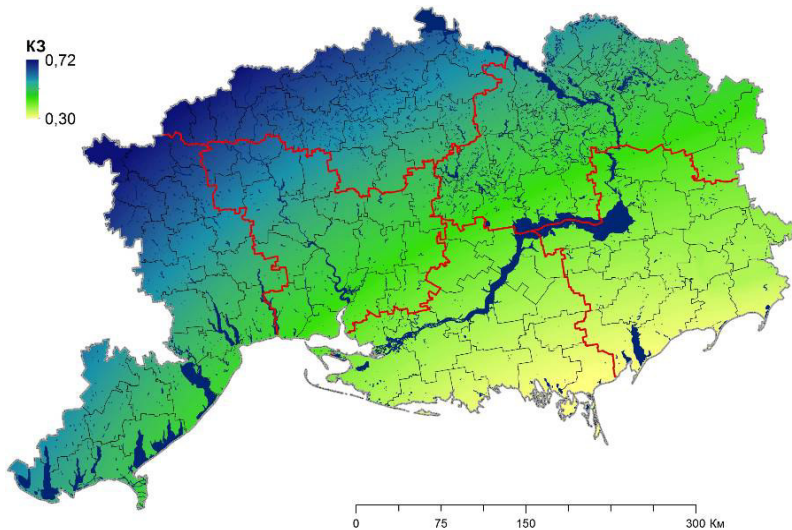


Рис. 4. Растри просторової диференціації значень коефіцієнту зволоження (КЗ) на території зони Степу України

Зворотний процес характеризується показником континентальності клімату (*КК*), який при високих значеннях характеризує високу амплітуду температури повітря, малу суму опадів і слабкі вітри. На території степового регіону досліджень значення *КК* варіює в межах 143,8–167,9 (рис. 5).

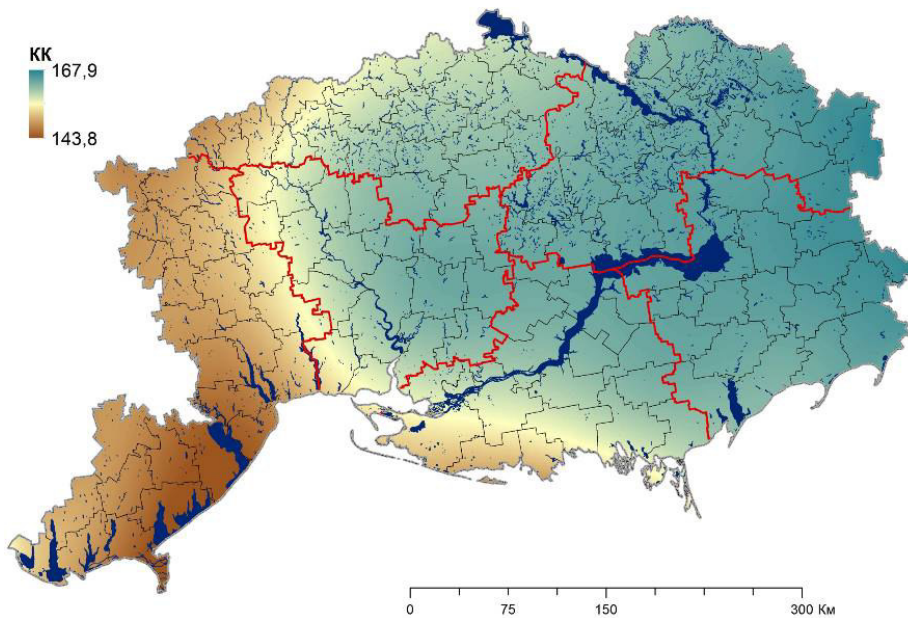


Рис. 5. Растри просторової диференціації значень показника континентальності клімату (*КК*) на території зони Степу України

Біокліматичний потенціал сільськогосподарського виробництва в значній мірі пов'язаний із сонячною радіацією, біохімічною акумуляцією і міграцією речовин в ґрунті, які особливо проявляються в безморозний періоду при температурі повітря вище 10°C . Середньорічна сума активних температури вище 10°C збільшується із північного заходу на південний схід території досліджень від 2793°C до 3382°C (рис. 6).

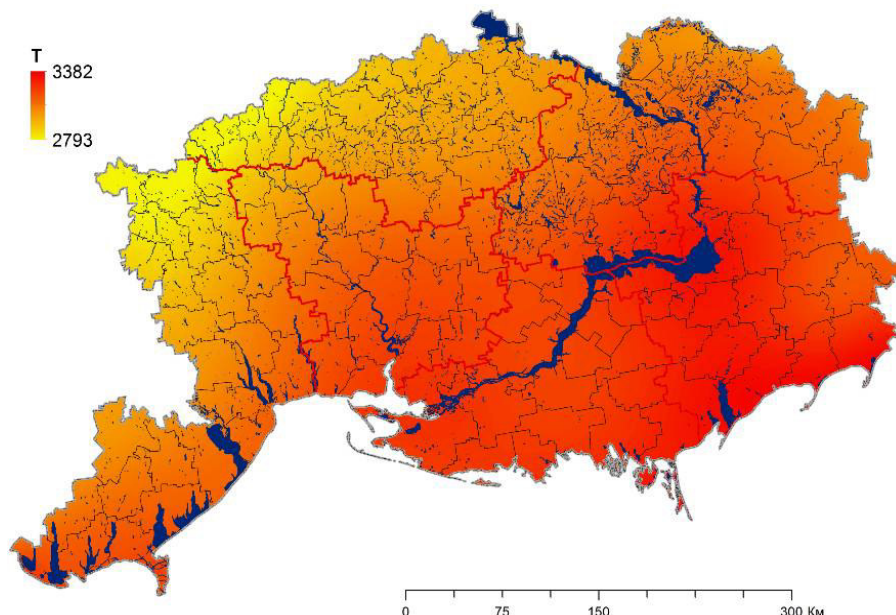
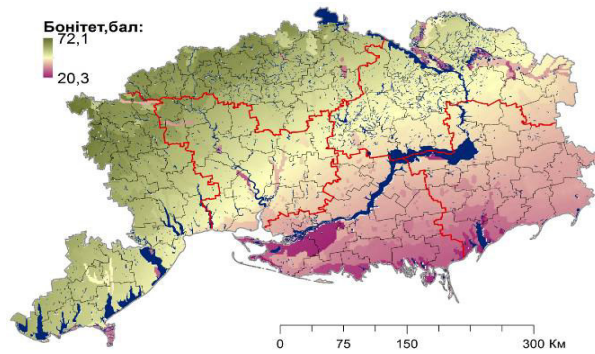
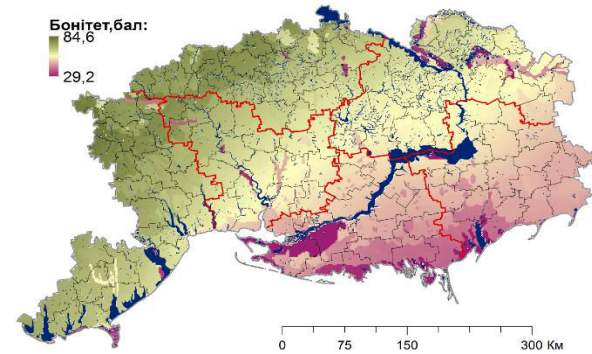


Рис. 6. Растри просторової диференціації значень середньорічної суми активних температур більше 10°C (T) на території зони Степу України

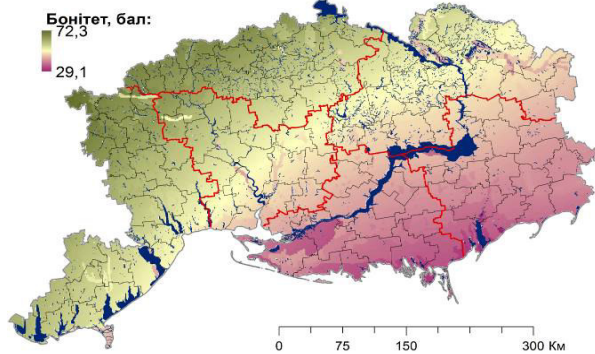
У результаті ГІС-моделювання з використанням ґрунтово-кліматичних моделей і Raster Calculator of ArcGIS 10.1 здійснено розрахунок балу бонітету зональних ґрунтів для вирощування зернових культур, соняшнику, однорічних і багаторічних трав у межах окремих території степового регіону досліджень (рис. 7) та окремих її адміністративно-територіальних одиницях (рис. 8). Розподіл площ із різними значеннями балу бонітету ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур за умов дощової культури землеробства представлено в таблиці 3. Визначено, що за існуючих ґрунтово-кліматичних умов степового регіону досліджень, найбільш сприятливі умови для ведення землеробства мають адміністративно-територіальні одиниці північно-західної частини степового регіону досліджень, які розташовані у Одеській і Кіровоградській областях, мають максимальне значення балу бонітету за різних сільськогосподарських культур сівби від 67 до 85 балів.



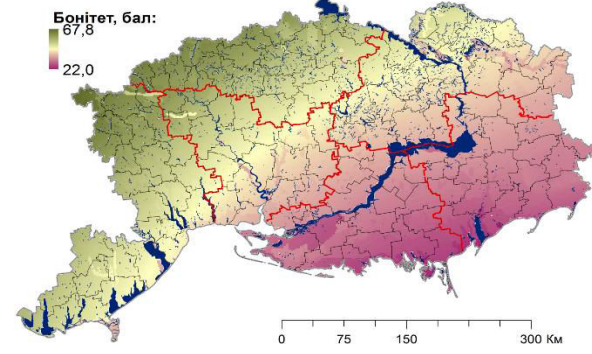
а



б

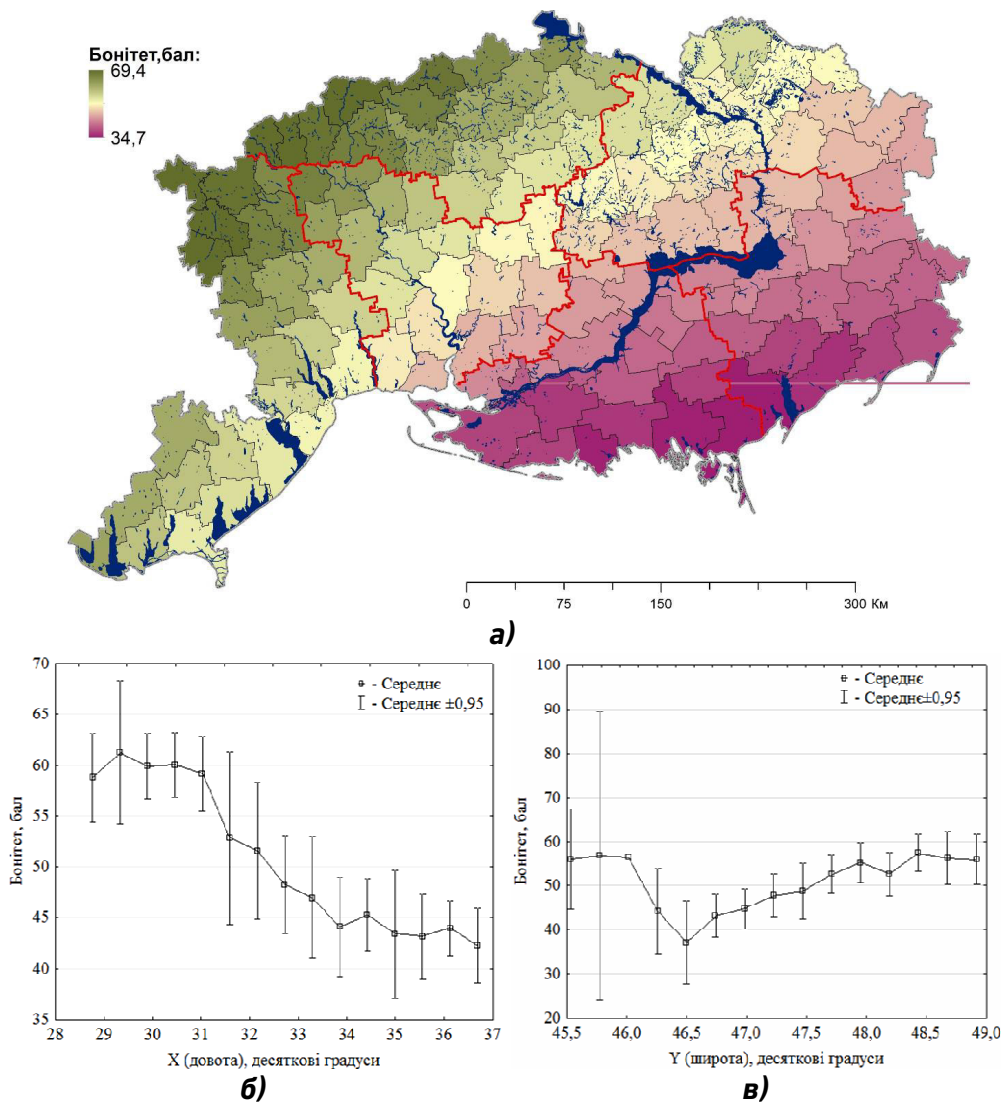


в



г

Рис. 7. Бонітет зональних ґрунтів (бали) в межах території зони Степу України: *а* – вирощування зернових культур; *б* – вирощування соняшнику; *в* – вирощування однорічних трав; *г* – вирощування багаторічних трав



Просторова функція розподілу значень балу бонітету ($Bл$):

$$Bл = -47,18X + 0,53X^2 + 26,61Y - 0,26Y^2 + 0,19XY + 66,52 \quad r^2 = 0,78$$
 де X – довгота, десяткові градуси, Y – широта, десяткові градуси
г)

Рис. 8. Просторовий розподіл середнього значення бонітету зональних ґрунтів (бали) в межах адміністративно-територіальних одиниць зони Степу України:

а – картограма просторовий розподіл бонітету; *б* – неоднорідність розподілу із заходу на схід; *в* – неоднорідність розподілу з півдня на північ; *г* – модель просторового розподілу

Таблиця 3

Розподіл земель сільськогосподарського призначення за ґрунтово-кліматичним потенціалом вирощування сільськогосподарських культур

Група земель	Клас бонітету	Бал бонітету	Площа, км ²	% до загальної площі
Вирощування зернових культур				
Низької якості	VIII	21–30	1,50	1,12
	VII	31–40	16,33	12,23
Середньої якості	VI	41–50	47,83	35,83
	V	51–60	47,19	35,35
Високої якості	IV	61–70	20,48	15,34
	III	71–80	0,16	0,12
Дуже високої якості	II	81–90	–	–
Вирощування соняшнику				
Низької якості	VIII	21–30	–	–
	VII	31–40	1,24	0,93
Середньої якості	VI	41–50	7,32	5,48
	V	51–60	35,27	26,42
Високої якості	IV	61–70	49,85	37,34
	III	71–80	38,09	28,53
Дуже високої якості	II	81–90	1,72	1,29
Вирощування однорічних трав				
Низької якості	VIII	21–30	–	–
	VII	31–40	15,61	11,69
Середньої якості	VI	41–50	48,37	36,23
	V	51–60	48,05	35,99
Високої якості	IV	61–70	21,05	15,77
	III	71–80	0,43	0,32
Дуже високої якості	II	81–90	–	–
Вирощування багаторічних трав				
Низької якості	VIII	21–30	–	–
	VII	31–40	2,91	2,18
Середньої якості	VI	41–50	45,36	33,98
	V	51–60	47,07	35,26
Високої якості	IV	61–70	31,35	23,48
	III	71–80	6,81	5,10
Дуже високої якості	II	81–90	–	–
Всього			133,50	100

На території зони Степу України переважають землі середньої якості із балом бонітету в межах 41–60 балів, до яких віднесено чорноземи звичайні та південні середньо- та малогумусні, існує частина чорноземів типових. Площа сільськогосподарських угідь із середньою якістю земель для вирощування окремих культур варіює від 32,0% для соняшнику до 72,2% для однорічних трав. Території сільськогосподарських угідь із найнижчим ґрунтово-кліматичним потенціалом розташовані у південній та південно-східній частинах степового регіону досліджень (40 балів і менше – землі низької якості) на чорноземах південних мало гумусних, темно-каштанових, каштанових солонцюватих ґрунтах Херсонської і Запорізької областей. Площа ріллі із низькою якістю земель для вирощування окремих сільськогосподарських культур варіює від 1% для соняшнику до 13% для зернових культур. Землі із високою і дуже високою якістю (більше 60 балів) розташовані в північно-західній частині регіону досліджень на чорноземах реградованих, типових та звичайних середньо- і малогумусних із площею сільськогосподарських угідь від 15,5% для зернових культур до 67,2% для соняшнику.

Висновок. Апробація методики бонітування зональних ґрунтів і одержані результати для зони Степу України забезпечили уточнення просторової диференціації бонітету земель сільськогосподарського призначення із урахуванням ґрунтового різновиду і змін кліматичних умов. Створено растрові моделі та встановлені просторові закономірності розподілу чотирьох складових бонітету зональних ґрунтів: сумарний показник властивостей ґрунту, коефіцієнт зволоження, коефіцієнт континентальності клімату, середньорічна сума активних температур більше 10°C. Визначено, що на території степового регіону досліджень переважають сільськогосподарські угіддя середньої якості, в залежності від виду вирощування сільськогосподарських культур, їх площа варіює від 32,0% до 72,2%, з низькою якістю змінюється в межах 1–13%, високою і дуже високою якістю – 15,5–67,2%. Бали бонітету встановлені за єдиною шкалою оцінки якості земель, що дозволяє об'єктивно розрахувати біопродуктивний потенціал території, визначити площу сільськогосподарських угідь за їх якісними характеристиками, уточнити їх нормативно-грошову оцінку та визначити оптимальний розмір податку на землю сільськогосподарського призначення, скоригувати норми зрошення з метою зменшення об'єму водозабору із природних водних джерел, розробити та обґрунтувати систему заходів і терміни рекультивації деградованих земель.

1. Пічура В. І. Басейнова організація природокористування на водозбірній території транскордонної річки Дніпро. Херсон : «ОЛДІ-ПЛЮС», 2020. 380 с.
2. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Stratichuk N. Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil in Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2021. No. 50. P. 10–26. DOI10.24425/jwld.2021.138156.
3. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Stroganov A., Dyudyaeva O. Spatial differentiation of regulatory monetary valuation of agricultural land in conditions of widespread irrigation of steppe soils. *Journal of water and land development*. 2021. No 48 (I–III). P. 182–196. URL: <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.136161> (дата звернення: 04.05.2022).
4. Пічура В. І. Ґрунтово-кліматичний та екологічний потенціал території транскордонного басейну Дніпра. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2017. № 4 (68). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9101> (дата звернення: 04.05.2022).
5. Gerrard A. J. Soils and landforms. Nedra. 1984. 208 p.
6. Пічура В. І. Сільськогосподарське порушення екологічної стійкості басейну річки Дніпро. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 5(62). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7231/7010> (дата звернення: 04.05.2022).
7. Sobolev S. S., Polyansky N. A. Soil valuation. Moscow : Soil Institute named after V.V. Dokuchaeva. 1965. 812 p.
8. Dokuchaev V. V. Russian black earth. Report to Free Economic Society. M.-L. : Poligrafkniga. 1936. 550 p.
9. Sibirtsev N. M. Selected works. Moscow, 1951. 420 p.
10. Medvedev V. V., Plisko I. V. Bonitation and qualitative assessment of arable land in Ukraine. Kharkov : 13 printing house, 2006. 386 p.
11. Storie R. E. Storie index soil rating. *Division of agricultural sciences*. 1978. № 3203. P. 1–4.
12. Karmanov I. I. Soil fertility of the USSR. Moscow : Kolos, 1980. 224 p.
13. The system of servicing hydrometeorological information of CliWare. URL: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html> (дата звернення: 04.05.2022).

REFERENCES:

1. Pichura V. I. Baseinova orhanizatsiia pryrodokorystuvannia na vodozbornii terytorii transkordonnoi richky Dnipro. Kherson : «OLDI-PLIUS», 2020. 380 s.
2. Dudiak N., Pichura V., Potravka L., Stratichuk N. Environmental and economic effects of water and deflation destruction of steppe soil in Ukraine. *Journal of Water and Land Development*. 2021. No 50. P. 10–26. DOI10.24425/jwld.2021.138156.
3. Pichura V., Potravka L., Dudiak N., Stroganov A., Dyudyaeva O. Spatial differentiation of regulatory monetary valuation of agricultural land in conditions of widespread irrigation of steppe soils. *Journal of water and land development*. 2021. No 48 (I–III). P. 182–196. URL: <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.136161> (data zvernennia: 04.05.2022).
4. Pichura V. I. Hruntovo-klimatychnyi ta ekolohichnyi potentsial terytorii transkordonnoho baseinu Dnibra. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2017. № 4(68).

URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/9101> (data zvernennia: 04.05.2022). **5.** Gerrard A.J. Soils and landforms. Nedra. 1984. 208p. **6.** Pichura V.I. Silskohospodarske porushennia ekolohichnoi stiikosti baseinu richky Dnipro. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*. 2016. № 5 (62). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7231/7010> (data zvernennia: 04.05.2022). **7.** Sobolev S. S., Polyansky N. A. Soil valuation. Moscow : Soil Institute named after V.V. Dokuchaeva, 1965. 812 p. **8.** Dokuchaev V. V. Russian black earth. Report to Free Economic Society. M.-L. : Poligrafkniga, 1936. 550 p. **9.** Sibirtsev N. M. Selected works. Moscow, 1951. 420 p. **10.** Medvedev V. V., Plisko I. V. Bonitation and qualitative assessment of arable land in Ukraine. Kharkov : 13 printing house, 2006. 386 p. **11.** Storie R. E. Storie index soil rating. *Division of agricultural sciences*. 1978. № 3203. P. 1–4. **12.** Karmanov I. I. Soil fertility of the USSR. Moscow : Kolos. 1980. 224 p. **13.** The system of servicing hydrometeorological information of CliWare. URL: <http://cliware.meteo.ru/meteo/index.html> (data zvernennia: 04.05.2022).

Pichura V. I., Doctor of Agricultural Science, Professor, Potraka L. O., Doctor of Economics, Professor, Dudiak N. V., Doctor of Economics, Associate Professor (Kherson State Agrarian and Economic University), Pryshchepa A. M., Doctor Agricultural Sciences, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

SOIL AND CLIMATE BONITATION OF STEPPE SOILS OF UKRAINE USING GIS-TECHNOLOGIES

Soil and climatic conditions have an independent and complex spatial and temporal impact on the potential and degree of favorability of growing crops and yielding a crop. It is determined by the zonal physical and geographical features of the territory of the steppe regions of Ukraine–Dnipropetrovsk, Zaporizhzhia, Kirovohrad, Mykolaiv, Odesa, Kherson regions, with a general area of study of 167.4 thousand km². The area of agricultural lands is 133.5 thousand km², including arable lands – 113.5 thousand km², of which the area of irrigated lands with ensured proper functioning of the infrastructure of irrigation systems is 6.3 thousand km². In our studies we used the method of zonal soils bonitation by I.I. Karmanov. Spatial modeling was performed by using methods of geostatistics and algebra of maps of ArcGIS 10.1. software product. As a result of geomodeling, raster models were created and spatial patterns of distribution of the four components of the zonal soils bonitation were established: the total

value of soil properties, humidity index, coefficient of climate continentality, average annual amount of active temperatures greater than 10° C. It was determined that in the territory of the studied steppe region, the agricultural lands of average quality prevail. Depending on the type of crops growing, their area varies from 32.0% to 72.2%, with low quality – from 1% to 13%, with high and high-end quality – from 15.5% to 67.2%. Bonitation points are established on the basis of a unified scale of assessment of land quality, which allows to objectively calculate the bioproductive potential of the territory, to determine the area of agricultural lands in terms of their qualitative characteristics, to clarify the normative monetary assessment and to determine the optimal level of agricultural land tax, to adjust irrigation rates in order to reduce the volume of water intake from natural water sources, to justify measures and terms for the reclamation of degraded lands.

Keywords: soils; climate; bonitation; agricultural lands; crops; Steppe zone of Ukraine; geomodeling; GIS-technologies.