

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК
УКРАЇНИ

Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського»
Інститут водних проблем і меліорації НААН

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК
УКРАЇНИ

Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова
НАН України
Інститут мікробіології і вірусології
імені Д. К. Заболотного НАН України

ІННОВАЦІЙНІ ОСНОВИ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ І ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ВІЙНИ ТА МИРУ

*Наукову роботу на здобуття Національної премії України імені Бориса Патона 2024 р.
висунуто Вченою радою Національного наукового центру
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»*

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ



БАЛЮК Святослав Антонович,

доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, в. о. директора ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»



БОГАЄНКО Всеволод Олександрович,

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник лабораторії методів математичного моделювання процесів екології та енергетики Інституту кібернетики імені В. М. Глушкова НАН України



КУЧЕР Анатолій Васильович,

доктор економічних наук, старший дослідник, головний науковий співробітник відділу інноваційної економіки, зовнішніх зв'язків та інформатизації наукових досліджень ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»



РОМАЩЕНКО Михайло Іванович,

доктор технічних наук, професор, академік НААН, радник дирекції Інституту водних проблем і меліорації НААН



СОЛОВЕЙ Вадим Борисович,

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу ґрунтових ресурсів ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»



СОЛОХА Максим Олександрович,

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії інструментальних методів дослідження ґрунтів, стандартизації та метрології ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»



ТИТОВА Людмила В'ячеславівна,

кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу загальної та ґрунтової мікробіології Інституту мікробіології і вірусології імені Д. К. Заболотного НАН України



ШАТКОВСЬКИЙ Андрій Петрович,

доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, заступник директора з наукової роботи Інституту водних проблем і меліорації НААН



Девіз 2023:
«Ґрунт і вода – джерело життя»
(«Soil and water: a source of life»)

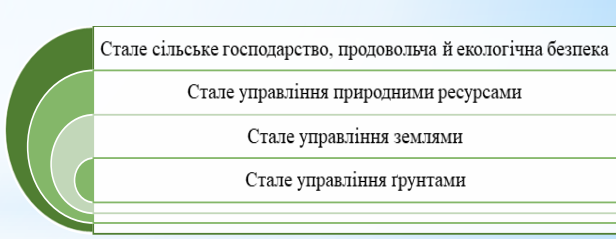
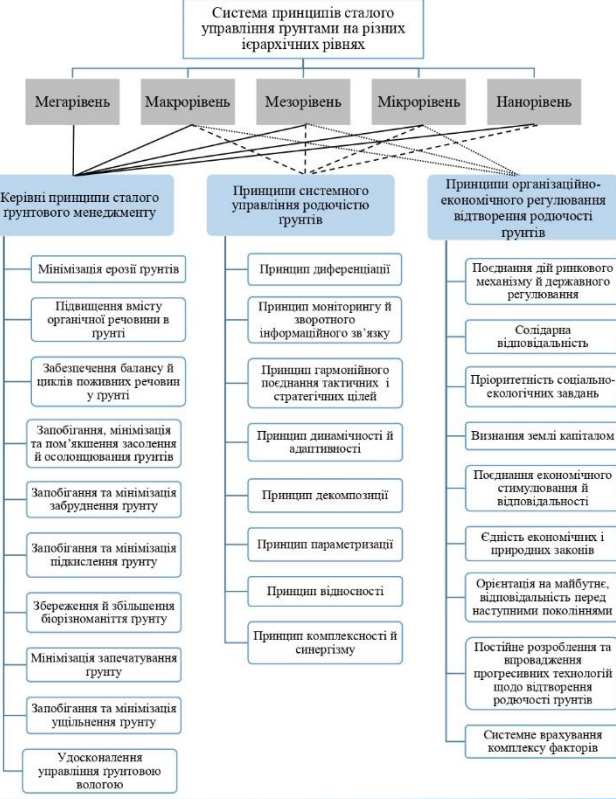
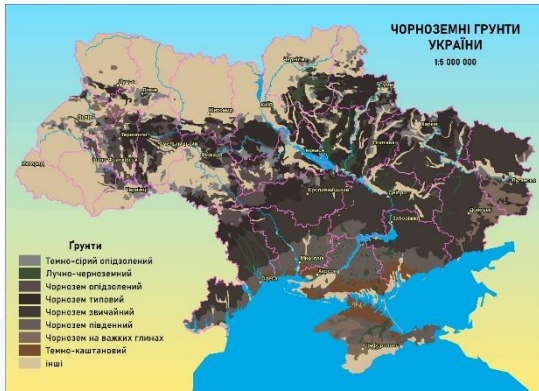
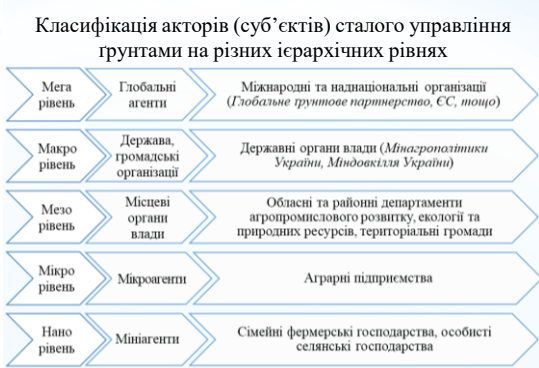
Уперше розроблено параметричну систему діагностики ґрунтоутворення та класифікації ґрунтів на кількісних засадах.

Еколого-субстантивна класифікація ґрунтів України включає сім ієрархічно підпорядкованих рівнів – ряд, тип, підтип, рід, вид, варіант, літологічна серія.

Уперше у світі розроблено параметричну діагностику ґрунтів надтипового рівня класифікації – ряду ґрунтоутворення.

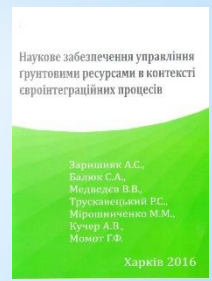
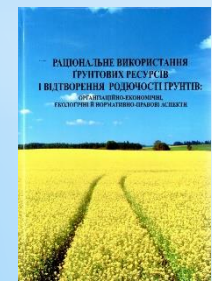
Оновлена цифрова карта ґрунтів України (1:1500000)





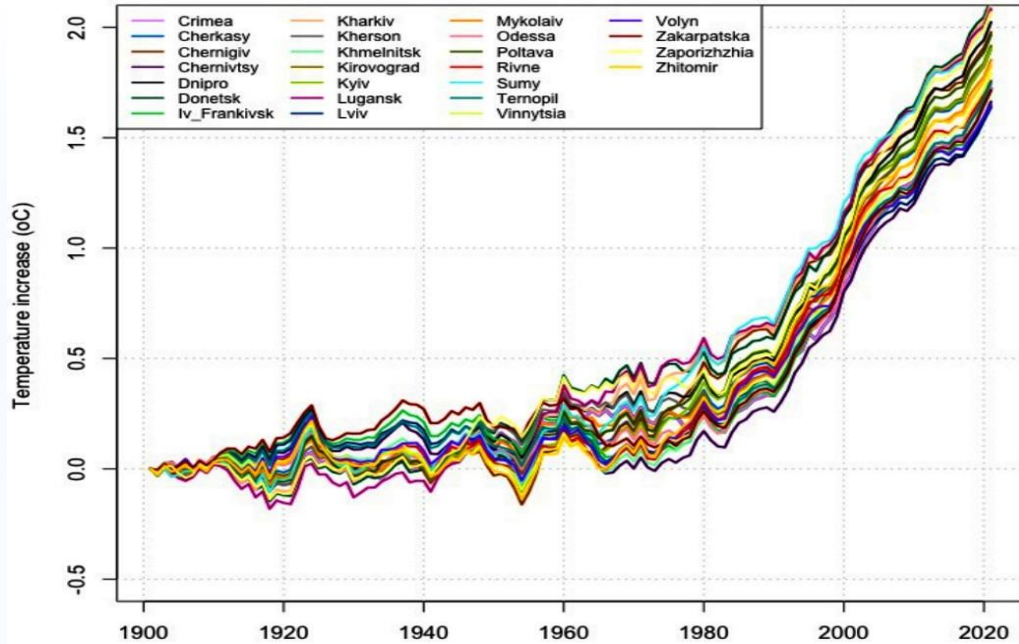
Примітка. —————▶ прямиий зв'язок;▶ зворотний зв'язок.

Концептуальна модель і комплекс субмоделей сталого управління ґрунтами в Україні

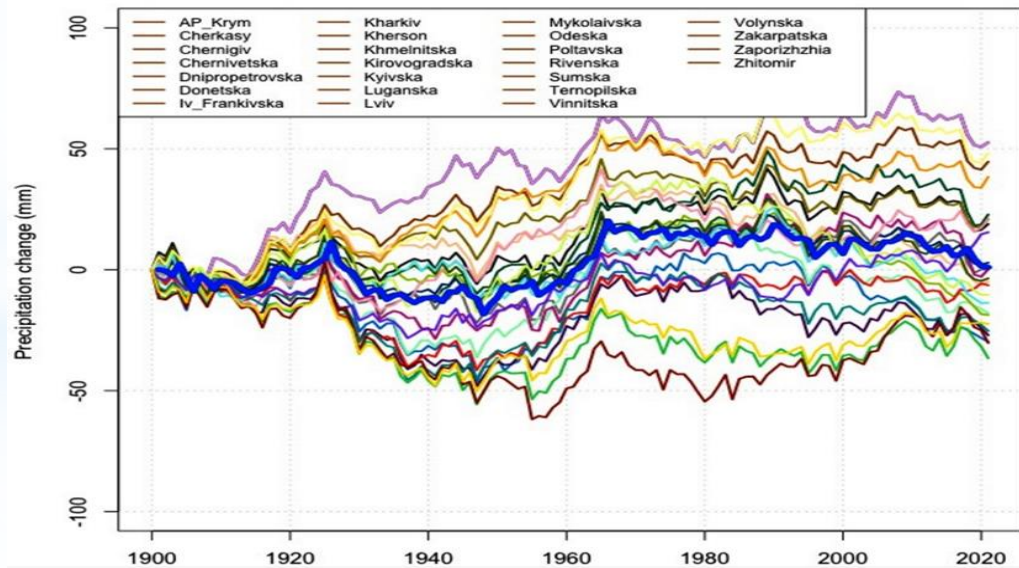


У результаті дослідження зміни середньорічної температури повітря та кількості опадів для всіх областей та АР Крим за період 1901–2021 рр. уперше встановлено наявність:

- з кінця 80-х – початку 90-х років минулого століття «гарячої фази», що характеризується найвищою у Європі (понад $0,45^{\circ}\text{C}/10$ років) інтенсивністю зростання середньорічної температури повітря за практично беззмінної кількості опадів;
- процесу значного зростання сумарного випаровування – на 59 мм у 2016 р. порівняно з 1991 р.;
- процесу зневоднення території України, унаслідок чого з її території щорічно вилучається на $25\text{--}45 \text{ км}^3$ води більше порівняно з 1991 р.



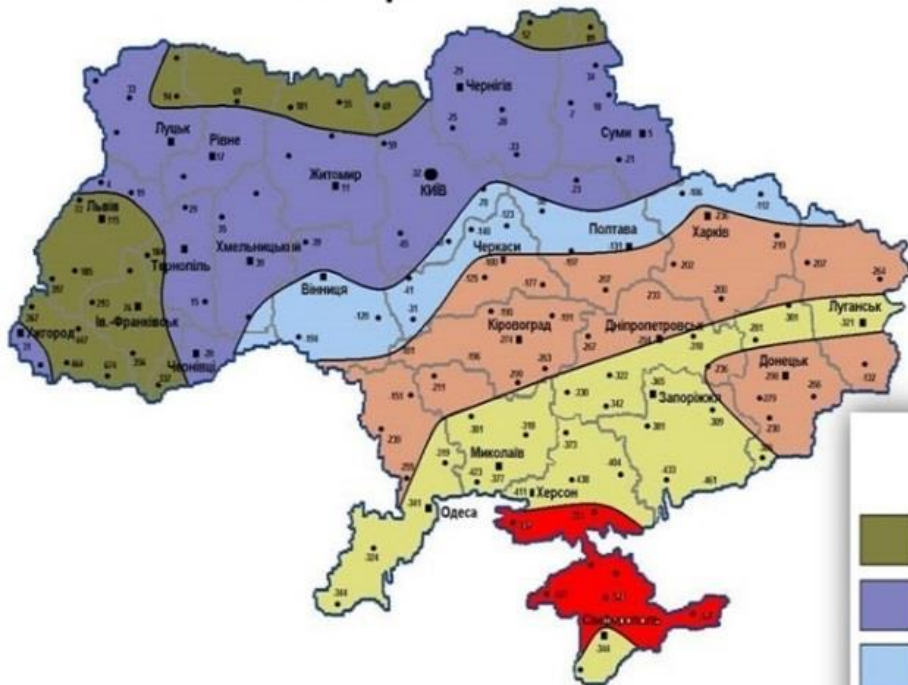
Динаміка зростання середньорічної температури повітря в регіонах України в період 1901–2021 рр.



Динаміка середньорічної кількості опадів у регіонах України в період 1901–2021 рр.



1990 р.



2016 р.



Картосхеми районування території України за умовами природного вологозабезпечення

Уперше за показником річного кліматичного балансу (РКВБ) виконано оцінку впливу змін клімату на стан природного вологозабезпечення, за результатами якого виділено шість зон – надмірно вологу, вологу, недостатньо вологу, посушливу, суху та дуже суху та встановлено, що:

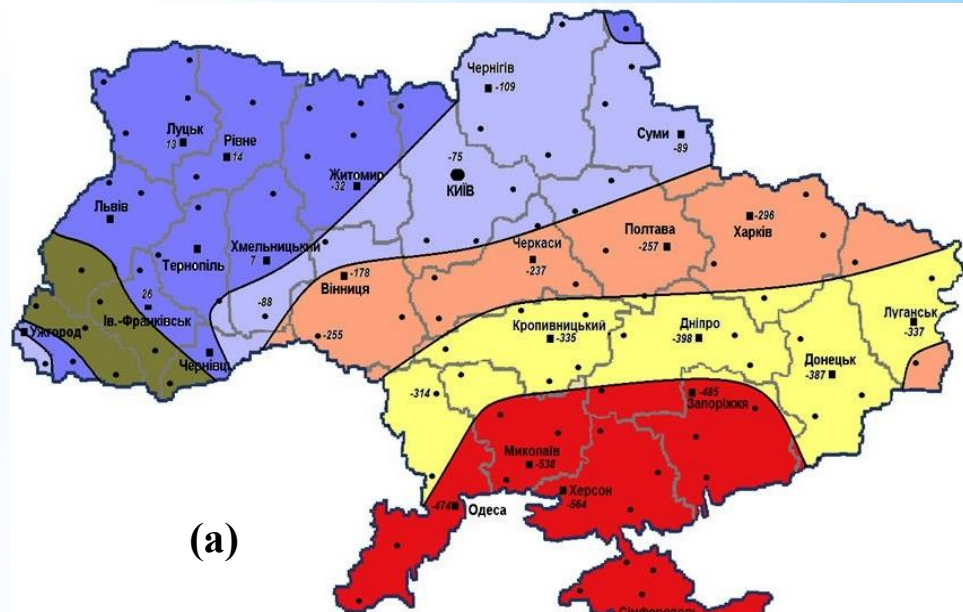
- у 2016 р. порівняно з 1991 р. площа сухої та дуже сухої зон зросла на 7%, а надмірно вологої скоротилась на 10%;
- постійного зрошення потребують 18,65 млн га, а періодичного – 4 млн га;
- потреба в додатковому вологозабезпеченні для вирощування ранніх культур становить 3800 м³/га для дуже сухої зони, 3700 м³/га для сухої, 2400 м³/га – у посушливій зонах.

Уперше виконано прогнозну оцінку впливу змін клімату на стан природного вологозабезпечення ґрунтів на середньострокову (до 2050 р.) та довгострокову (2100 р.) перспективу, за результатами якої встановлено, що:

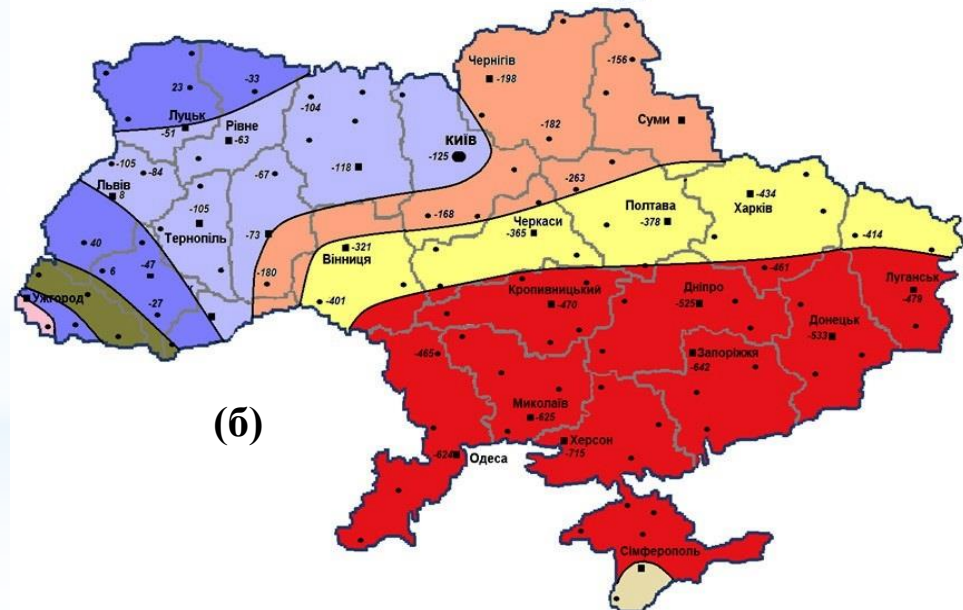
- площа ріллі з недостатнім для сталого та ефективного ведення землеробства природного вологозабезпечення ґрунтів зросте з 18,65 млн/га у 2016 р. до 20,6 млн га у 2050 р. і до 25 млн га у 2100 р.

- обсяги доступних до використання водних ресурсів порівняно з 2016 р. зменшаться на 10-15%, а у 2100 р. – на 35–40%;

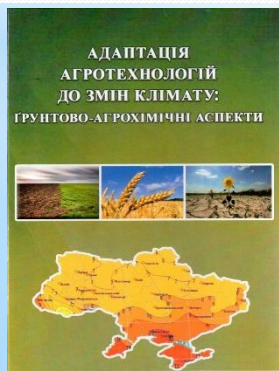
- у 2050 р. дефіцит річного кліматичного водного балансу в сухій і дуже сухій зонах становитиме понад 550 мм, а у 2100 р. понад 700 мм, що є характерним для умов напівпустелі та пустелі відповідно.



(а)



(б)



Карто схеми прогнозного районування території України за дефіцитом річного кліматичного водного балансу на 2050 р. (а) та 2100 р. (б)

Введено новий підтип і види мілітарної деградації ґрунтів

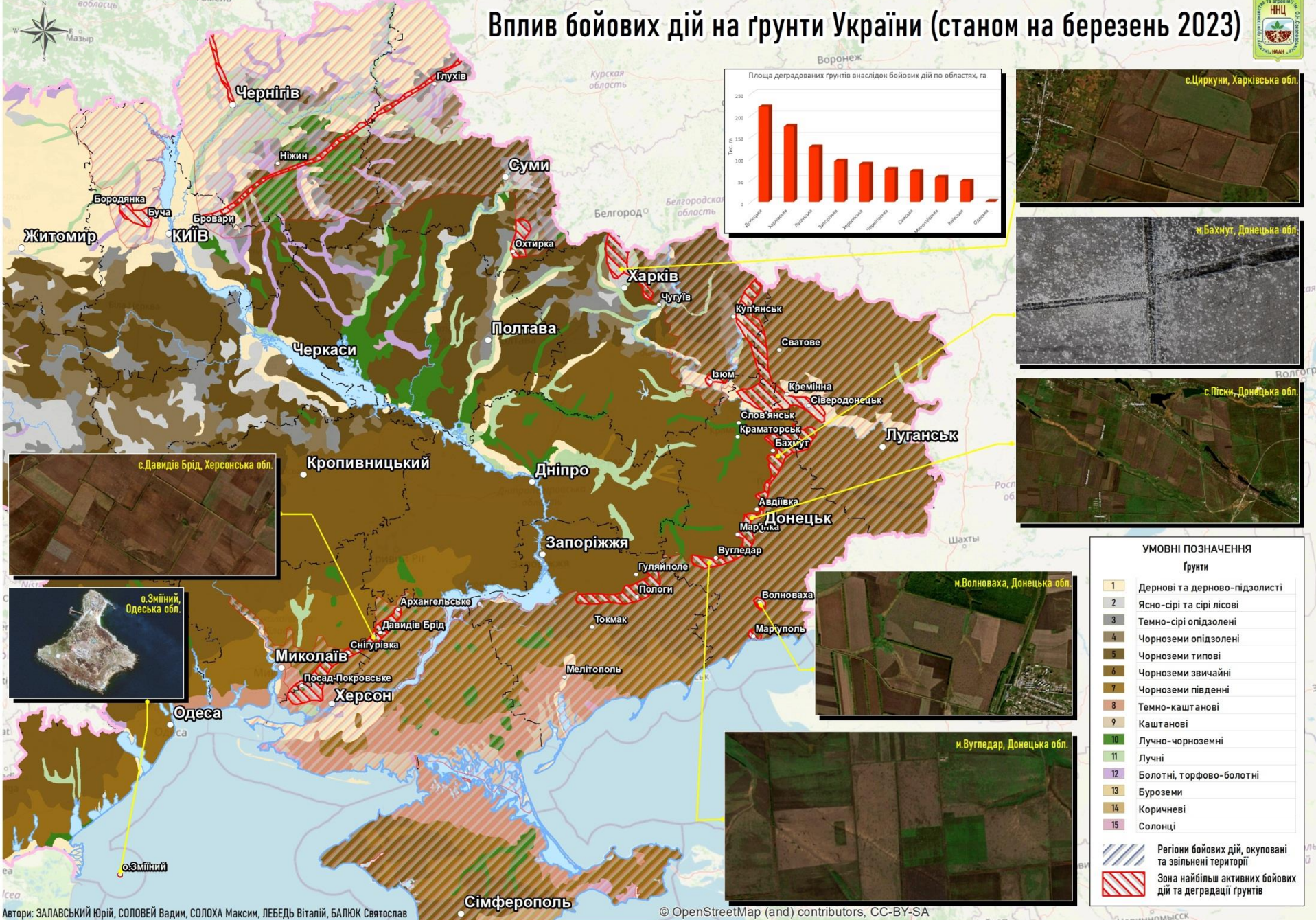
Види деградації	Основні вияви деградації
Механічна	Активізація ерозійних процесів, зсувів
	Механічні порушення морфологічної будови профілю ґрунту
	Перемішування генетичних горизонтів
	Утворення вирв, рвів, ям
Фізична	Погіршення фізичних властивостей ґрунтів
	Стійкі зміни гранулометричного складу
	Стійкі зміни агрегатного складу (знецструктурення)
	Ущільнення
Хімічна	Погіршення гумусового стану ґрунтів
	Трофічне виснаження ґрунту
	Засолення
	Забруднення
Фізико-хімічна	Підкислення, підлуження
Біологічна	Зменшення (звуження) біорізноманіття
	Зменшення біологічної активності ґрунту
	Погіршення санітарного стану
	Токсичність ґрунту

Тип деградації	Підтип	Вид	Назва показника оцінювання	Ступінь деградації					Нормативні посилання
				відсутня	слабко виражена	помірно виражена	сильно виражена	катастрофічна	
Механічна	Мілітарна	Зменшення глибини профілю	Зменшення, %	<10	10-25	25-35	35-50	>50	
		Зменшення вмісту гумусу	Зменшення вмісту гумусу, %	<5	5-10	10-15	15-20	>20	ДСТУ 7872:2015
		Утворення вирв, траншей, ям	Морфологічна характеристика, % від глибини профілю ґрунту	<10	10-30	30-50	50-70	>70	
		Утворення насипу	Морфологічна характеристика, % до глибини профілю ґрунту	<10	10-30	30-50	50-70	>70	
		Антропогенна скелетність	Уламки, %	<5	5-10	10-15	15-20	>20	
		Погіршення фізичних властивостей	Перевищення рівноважної щільності будови ґрунту, %	<10	10-20	20-30	30-40	>40	
		Стійкі зміни гранулометричного складу	Зменшення вмісту фізичної глини, %	<5	5-15	15-25	25-32	>32	ДСТУ 7872:2015
			Збільшення вмісту фізичного піску, %	<5	5-15	15-25	20-25	>25	

Тип деградації	Підтип	Вид	Назва показника оцінювання	Ступінь деградації					Нормативні посилання
				відсутня	слабко виражена	помірно виражена	сильно виражена	катастрофічна	
Хімічна	Мілітарна	Пірогенна зміна вмісту елементів живлення	Валовий вміст азоту, зменшення, %	<5	5-10	10-15	15-20	>20	
Фізико-хімічна		Підкислення, підлуження	Зміна рН	<5	5-10	10-15	15-20	>20	
		Ступінь засолення верхнього метрового шару	Посилення, зміна класифікаційної оцінки (ДСТУ 7827:2015), градація	без змін	на 1	на 2	на 3	3, не менше	ДСТУ 7872:2015
Біологічна		Токсичність ґрунту	Фітотоксичність (пригнічення схожості насіння, росту корінців), % до контролю	<30	30-45	45-65	65-80	80-100	
	Зниження біологічної активності	Зміна ферментативної та целюлозо-руйнівної активності, % зменшення до контролю	<10	10-25	25-50	50-75	>75	ДСТУ 7928:2015 ДСТУ 7929:2015	

Удосконалена система класифікації та оцінювання ступеня деградації ґрунтів, спричиненої бойовими діями внаслідок збройної агресії рф (фрагмент)

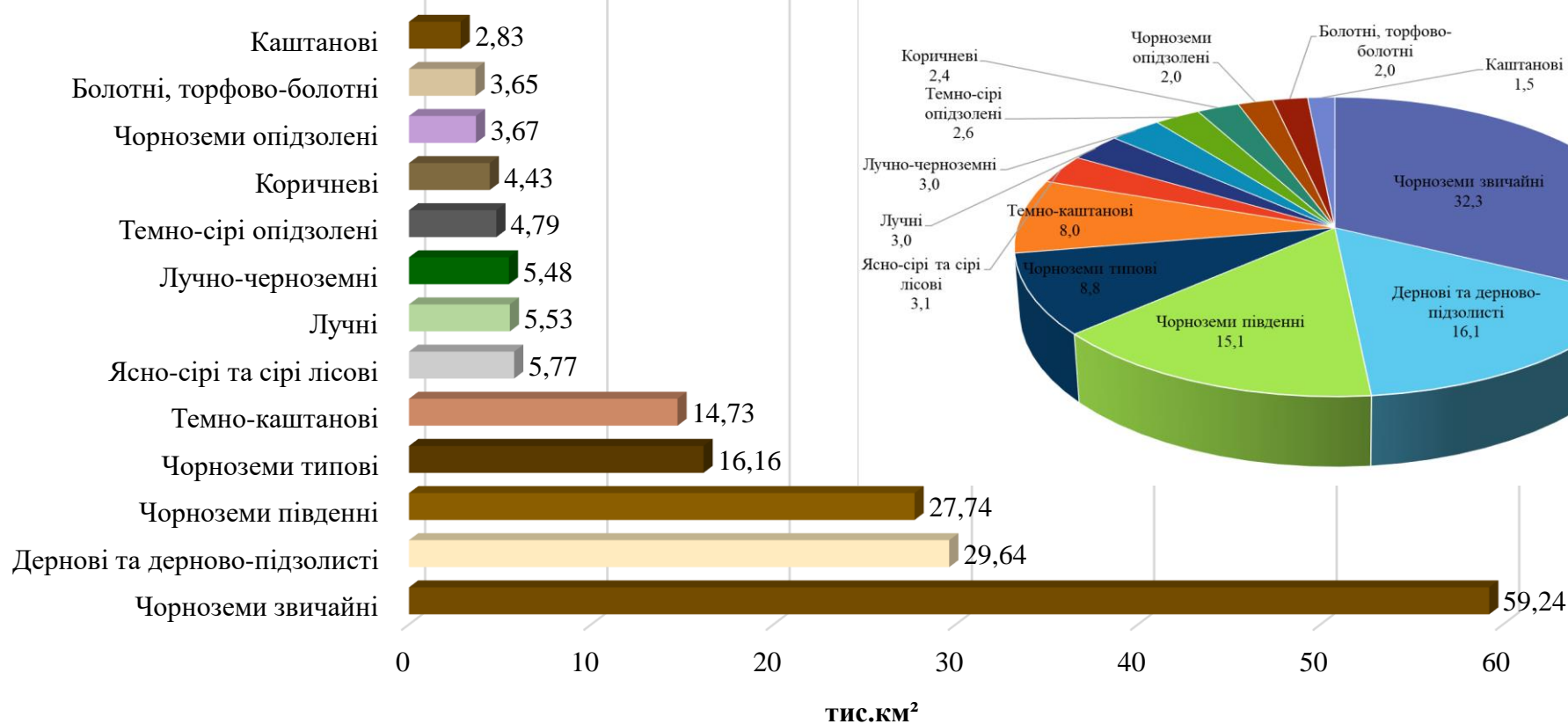
Вплив бойових дій на ґрунти України (станом на березень 2023)



Автори: ЗАПАВСЬКИЙ Юрій, СОЛОВЕЙ Вадим, СОЛОХА Максим, ЛЕБЕДЬ Віталій, БАЛЮК Святослав

© OpenStreetMap (and) contributors, CC-BY-SA

Вплив збройної агресії рф і бойових дій на ґрунтові ресурси України

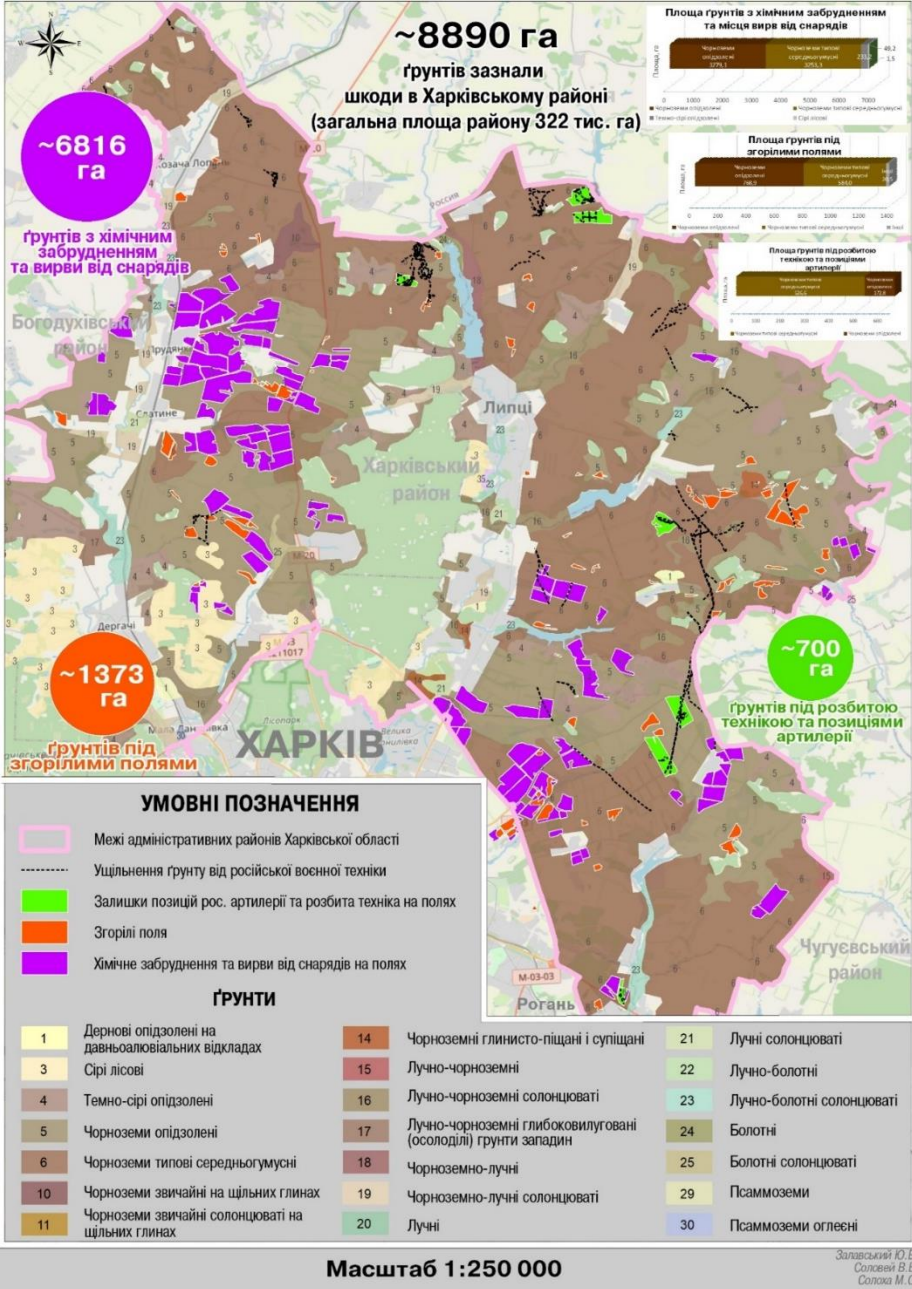


Орієнтовний розмір шкоди та збитків, завданих землям і ґрунтам України за перші два роки повномасштабної війни станом на 10.03.2024 р.

Назва показника	Збитки	
	млрд грн	млрд дол. США
Витрати на рекультивацию земель, які були порушені внаслідок бойових дій (за оцінками ННЦ «ІА імені О. Н. Соколовського»)	171,0	4,672
Збитки завдані власникам (землекористувачам) земельних ділянок сільськогосподарського призначення (за оцінками КШЕ)	88,2	2,409
Витрати на відновлення меліоративних систем (за оцінками робочої групи «Нова аграрна політика» Плану відновлення України)	148,0	4,000
Шкода, завдана ґрунтам і земельним ділянкам внаслідок забруднення ґрунтів і засмічення земельних ділянок (згідно з розрахунками Оперативного штабу при Держекоінспекції)	1019,9	28,236
Усього	1427,1	39,317

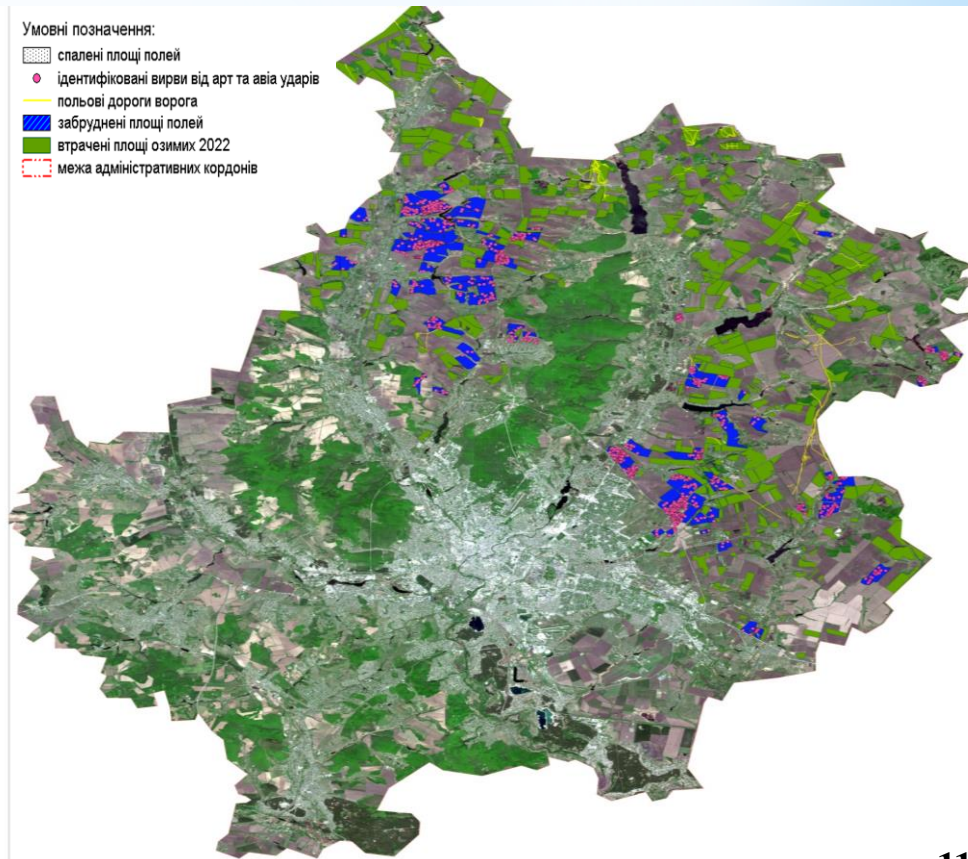
Орієнтовна площа впливу бойових дій за основними типами ґрунтів України (тис. км²) і структура цих ґрунтів (%)

Збройна агресія рф спричинила деградацію та порушення принципів сталого управління ґрунтами орієнтовно на площі понад 10 млн га с.-г. угідь в Україні, з яких близько 1 млн га потребує рекультиватії.



Площі пошкоджених війною сільськогосподарських земель Харківського району Харківської області та орієнтовний розмір завданих збитків

Види впливу на ґрунтовий покрив	Площа, га	Розмір збитків, млн грн
Знищені озими (недотриманий урожай)	20 205,8 ±191,2	798,703
Хімічне забруднення (кількість полів)	7194,71 ±245,46(116)	2 303,744
Ущільнення земель (кількість доріг)	572,8 (176)	1,443
Спалені площі полів (кількість полів)	1 481,8 ±65,1 (86)	39,174
Засмічені площі (кількість полів)	696 ±146(8)	420,693



Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив Харківського району Харківської області (станом на вересень 2022 р.)

Перші наукові експедиції для оцінювання впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив (квітень 2022 р.)



Відбувалися в екстремальних умовах та під обстрілами, Харківська область, 2022 р.

Основний результат: визначення переліку агрохімічних, фізичних, хімічних, біологічних показників впливу на ґрунтовий покрив, а також ідентифікація змін сталих показників ґрунту

Визначення змін гранулометричного складу ґрунту методом лазерної дифракції в місцях ураження техніки



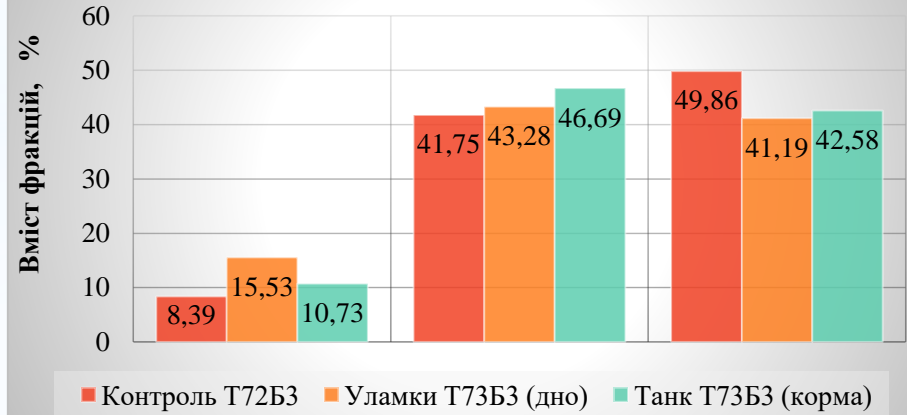
Комп'ютер з програмним забезпеченням Mastersizer

Оптичний блок

Вимірювальна ювета

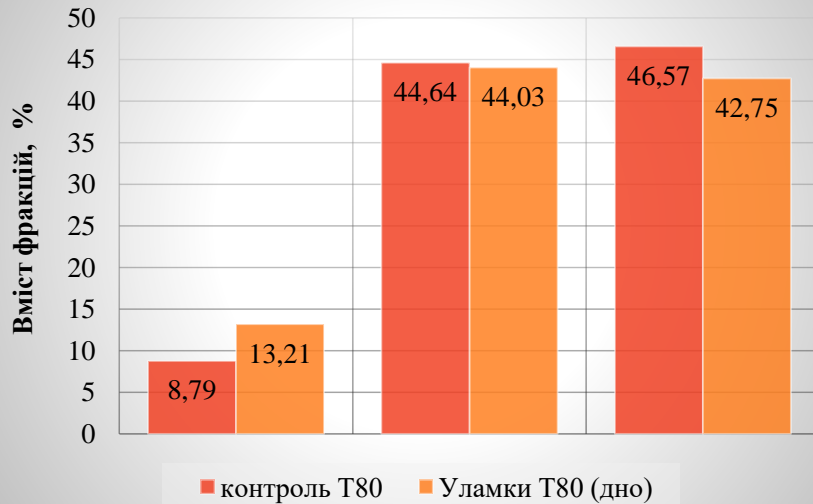
Рідинний модуль диспергування

Об'єкт 1 (танк Т72БЗ)



Авторські патенти на дрон і його використання

Об'єкт 2 (танк Т80)



Інтерактивна версія карти



Постраждалі ґрунти внаслідок руйнування Каховської ГЕС в зоні затоплення, підтоплення та осушення

Легенда

Ґрунти в зоні затоплення та підтоплення

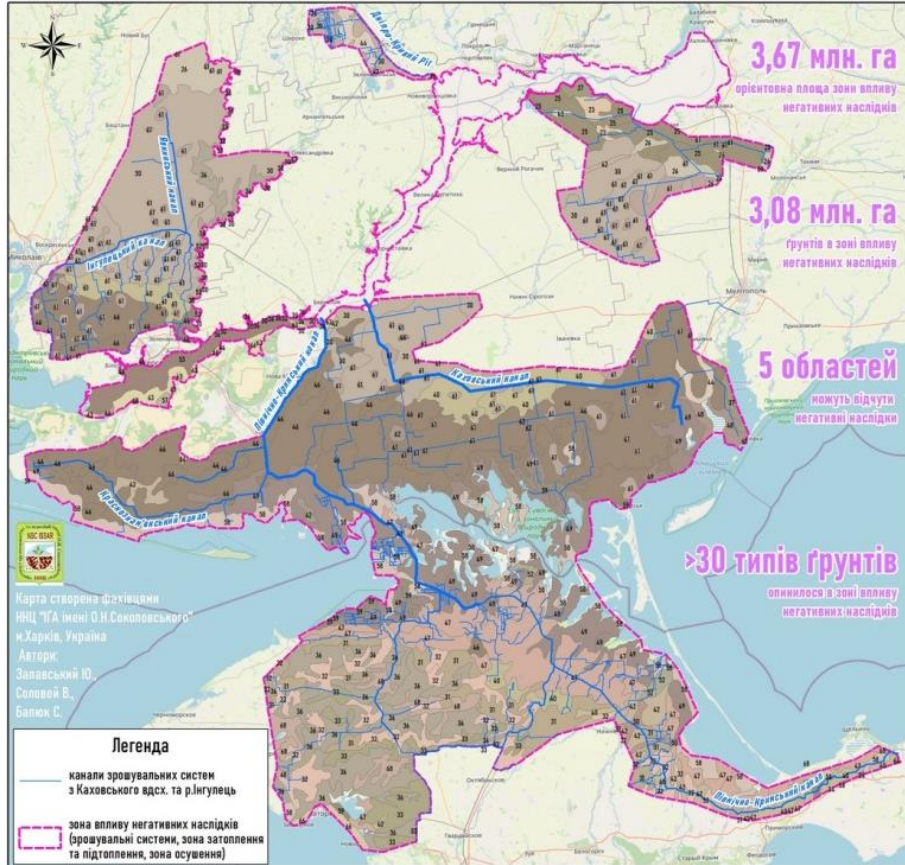
- Чорноземи південні малогумусні
- Чорноземи південні слабо- і середньосолонцюваті
- Чорноземи південні залишково-солонцюваті

Детали

Слои

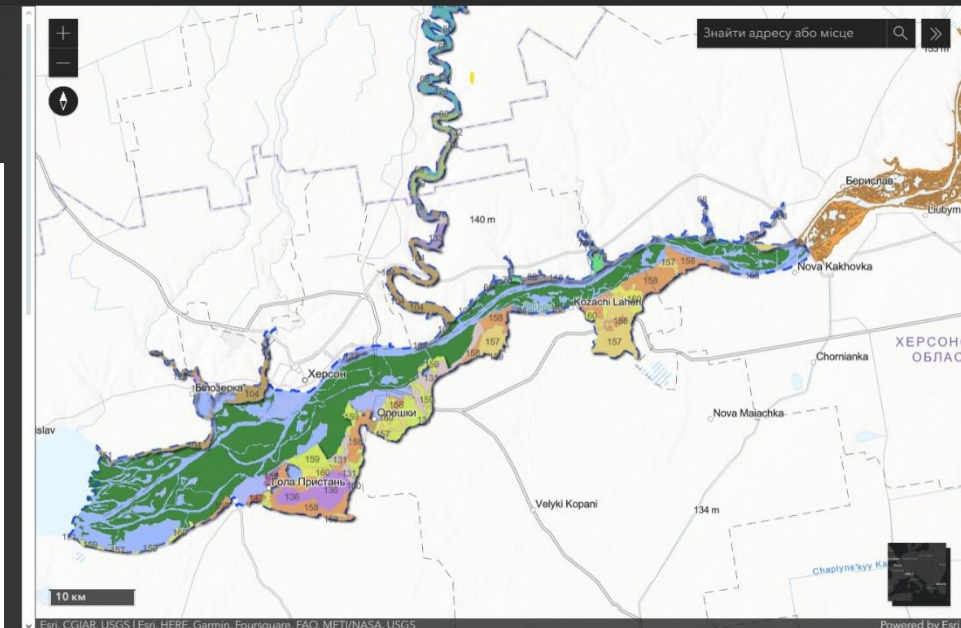
Інформація

ЗОНА ВПЛИВУ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ РУЙНУВАННЯ КАХОВСЬКОЇ ГЕС

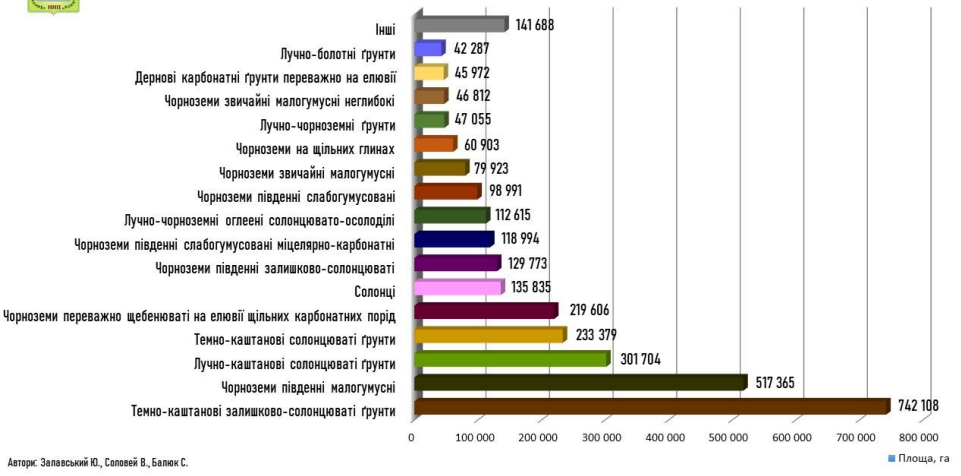


Ґрунти	
23	Чорноземи звичайні малогумусні глибокі
25	Чорноземи звичайні малогумусні
26	Чорноземи звичайні малогумусні неглибокі
30	Чорноземи південні малогумусні
31	Чорноземи південні слабогумусовані
32	Чорноземи південні слабогумусовані міцелярно-карбонатні
33	Чорноземи на щільних глинах
34	Чорноземи солонцюваті на щільних глинах
36	Чорноземи переважно щєбенюваті на елювії твердих некарбонатних порід
37	Чорноземи глинисто-піщані та супіщані ґрунти
39	Чорноземи звичайні залишково-солонцюваті
40	Чорноземи південні залишково-солонцюваті
42	Лучно-чорноземні ґрунти
43	Лучно-чорноземні поверхнево-солонцюваті ґрунти
44	Лучно-чорноземні глибоко-солонцюваті ґрунти
46	Темно-каштанові залишково-солонцюваті ґрунти
47	Темно-каштанові солонцюваті ґрунти
48	Каштанові солонцюваті ґрунти
49	Лучно-каштанові солонцюваті ґрунти
50	Лучні та чорноземно-лучні ґрунти
52	Лучні та чорноземно-лучні глибоко-солонцюваті
53	Лучно-болотні ґрунти
57	Торфовидна кислинні та торфяно-болотні ґрунти
58	Солонці
59	Солончаки і солончаківий мул
61	Лучно-чорноземні оглеєні солонцюваті-осолоділі
62	Дерново-глеєві солонцюваті-осолоділі
63	Дернові піщані та глинисто-піщані ґрунти
64	Дернові оглеєні ґрунти
66	Піщи слабоздерновані, слабогумусовані і негумусовані
68	Дернові карбонатні ґрунти переважно на елювії

1:1 600 000



Площі ґрунтів в зоні впливу негативних наслідків руйнування Каховської ГЕС



Автор: Залевський Ю., Соловей В., Балюк С.

Оцінка масштабів негативного впливу руйнування Каховської ГЕС на ґрунтові ресурси

Законодавче та нормативно-правове забезпечення	Внесення доповнень до законодавчих актів щодо охорони ґрунтів України з урахуванням нових чинників впливу збройної агресії на ґрунтовий покрив, ухвалення нових підзаконних актів для відновлення деградованих ґрунтів
Нормативно-методичне забезпечення	Удосконалення системи пробовідбирання й оцінювання шкоди та збитків через мілітарну деградацію ґрунтів шляхом розроблення та гармонізацію відповідних нормативно-методичних документів
Інформаційне забезпечення	Ведення інформаційного складника щодо стану порушених земель, наповнення відповідною інформацією ґрунтового інформаційного центру
Технологічне забезпечення	Розмінування, обстеження, інвентаризація, консервація, рекультивация, меліорація земель, порушених унаслідок збройної агресії рф
Наукове та кадрове забезпечення	Підготовка у співпраці з провідними ЗВО відповідних фахівців з оцінювання, нагляду, моніторингу за станом порушених земель і ґрунтів
Фінансове забезпечення	Розрахунок потреби у фінансових ресурсах для відновлення ґрунтів, пошук джерел фінансування та залучення установ, організацій, фондів
Використання міжнародного досвіду ґрунтоохоронної діяльності	Урахування міжнародного досвіду консервації та рекультивации земель, стягнення репарацій, активізація міжнародної співпраці та підтримки післявоєнного відновлення ґрунтового покриву України

Уперше розроблено проєкт Загальнодержавної цільової програми використання та охорони земель, де серед передбачених шляхів і способів розв'язання проблеми визначено завдання щодо відновлення пошкоджених війною ґрунтів. Визначено основні завдання й заходи, обґрунтовано їх обсяги, орієнтовні витрати та джерела фінансування, запропоновано організаційні, технологічні, правові аспекти, етапи та механізми виконання.

Концептуальні підходи щодо повоєнного відновлення ґрунтів

Уперше запропоновано проєкт методики оцінювання доцільності виведення з обігу ріллі, ґрунтовий покрив якої зазнав істотної мілітарної деградації (катастрофічна деградація ґрунтових властивостей згідно із розробленою системою класифікації рівнів деградації).

(1) проведення суцільного ґрунтового обстеження на деокупованих і небезпечних територіях на оновлених методологічних засадах, гармонізованих із сучасною європейською практикою

(2) створення дієвої системи сучасного моніторингу ґрунтового покриву країни в кооперації з Європейською ґрунтовою обсерваторією (EUSO) для її подальшої інтеграції в систему ґрунтового моніторингу ЄС

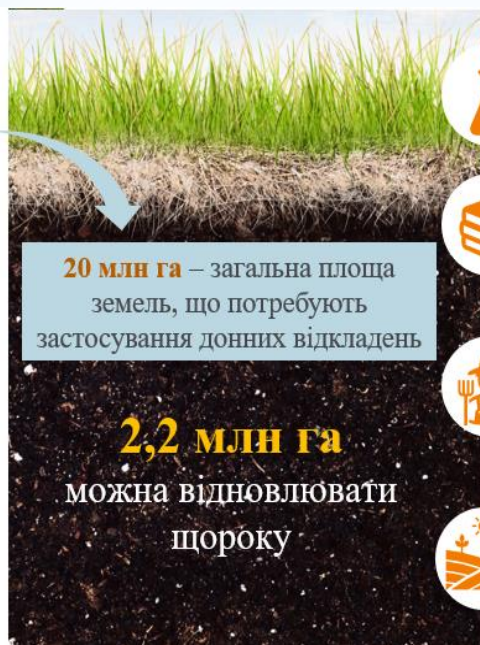
(3) удосконалення нормативно-правового забезпечення охорони ґрунтів та його гармонізація з європейським ґрунтовим законодавством. Пріоритетним напрямом є введення в дію визаної на міжнародному рівні (ФАО, Європейська комісія) методики визначення розмірів шкоди та збитків, завданих земельному фонду та ґрунтовим ресурсам унаслідок воєнних дій рф

(4) актуалізація досліджень з відновлення деградованих ґрунтів, зокрема в напрямі вивчення впливу збройної агресії рф на ґрунтовий покрив України; визначення актуального стану здоров'я ґрунтів; удосконалення методики визначення розмірів шкоди та збитків; пілотне впровадження ефективних технологій реабілітації деградованих ґрунтів і моніторингу їхнього стану

(5) поліпшення рівня матеріально-технічного забезпечення польових і лабораторно-аналітичних робіт, покращення кадрового забезпечення, зокрема шляхом включення до освітніх програм компонентів, присвячених сталому управлінню ґрунтовими ресурсами в післявоєнний період

Основні пропозиції щодо трансформації системи сталого управління ґрунтовими ресурсами в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення

Реалізація концепції інтегрованого сталого управління ґрунтовими та водними ресурсами для повоєнного відновлення на прикладі використання донних відкладень



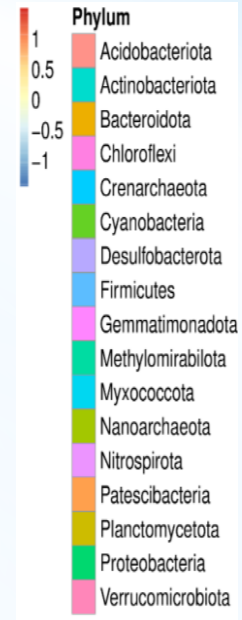
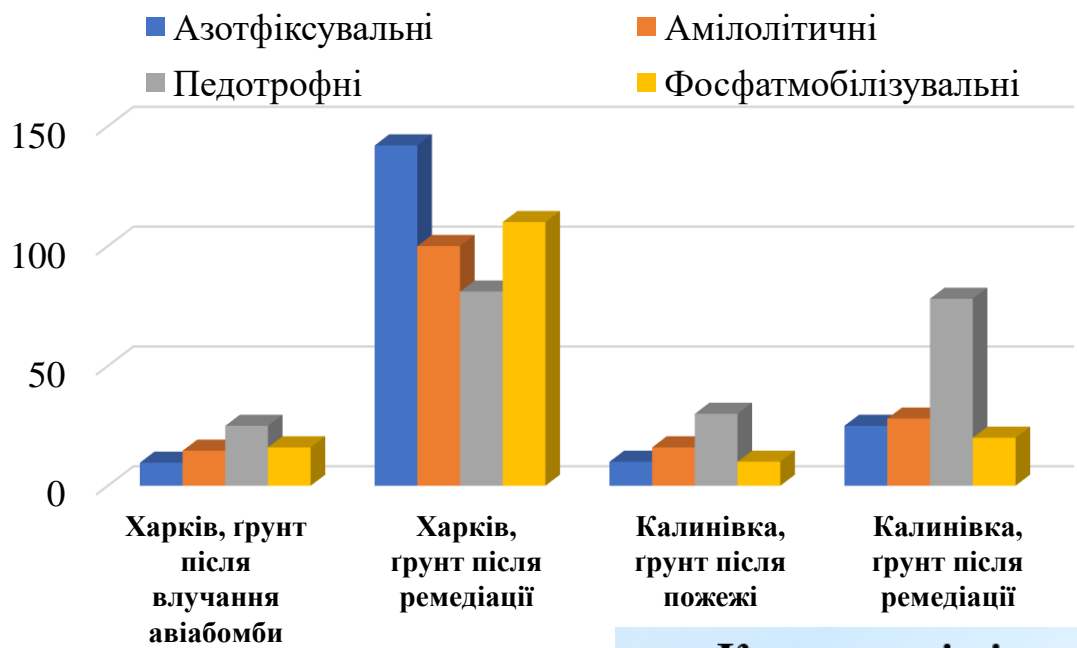
- Оцінено агрономічну цінність і вплив використання донних відкладень на ґрунт
- Розроблено пропозиції щодо удосконалення законодавчого та нормативно-методичного забезпечення
- Розроблено рекомендації щодо напрямів застосування донних відкладень для стейкхолдерів
- Дуальне рішення для післявоєнного відновлення ґрунтів

Розробка увійшла до четвірки фіналістів міжнародного конкурсу інновацій SID-US 2024



Потенційний еколого-економічний ефект від застосування донних відкладень для відновлення деградованих ґрунтів

Показники	Варіанти (сценарії/погодні стани)		
	Середній (імовірний)	Мінімальний (песимістичний)	Максимальний (оптимістичний)
Додатковий валовий збір на всю площу, тис. т к. од.	864,5	637,0	1410,5
Умовний додатковий дохід за ціни 5770 грн/т, млн грн	4987,5	3675,0	8137,5
Економічна оцінка екологічного ефекту за впливом на родючість ґрунту, грн/га	4403,0	1120,0	10949,5
на всю площу, млн грн	88060,0	22400,0	218890,0
Загальний прогнозний еколого-економічний ефект, млн грн	93047,5	26075,0	227027,5



Біорізноманітність мікробіому у відновленому ґрунті

Чисельність і біорізноманітність ґрунтових мікроорганізмів у відновлювальних ґрунтах, постраждалих унаслідок воєнних дій, млн КУО/г ґрунту



Комплексні рішення для відновлення родючості постраждалих ґрунтів і повернення їх в обіг



Використання мікробних біотехнологій дозволить прискорити відновлення ґрунтів, пошкоджених унаслідок воєнних дій, сприятиме скорішому поверненню їх до землекористування



Біопрепарати для застосування у новітніх біотехнологіях для сталого розвитку агроєкосистем і відновлення порушених ґрунтів

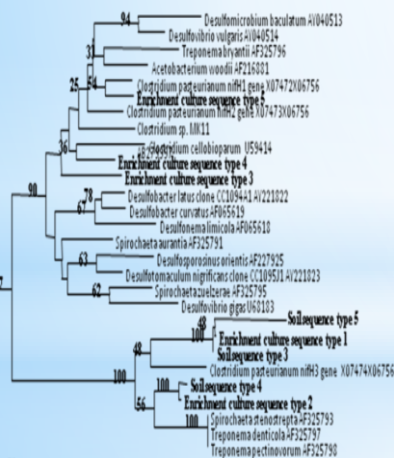
ЕКОВІТАЛ – комплексний препарат на основі культур симбіотичних азотфіксувальних (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*) та фосфатмобілізувальних (*Bacillus megaterium*) бактерій для бобових (сої, люпину, гороху, люцерни, вики, кормових бобів, конюшини, нуту та ін.) рістстимулювальної і стресопротекторної дії. Зареєстрований в Україні. Має сертифікат Органік Стандарт.

РИЗОБІН К – біопрепарат на основі асоціації трьох штамів азотфіксувальних ризобій з синергічним ефектом на симбіотичні системи. Є компонентом новітніх ендоефітно-ризобіальних інокулянтів з високим стресопротекторним потенціалом.

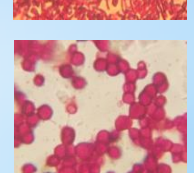
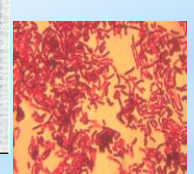
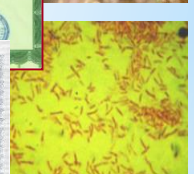
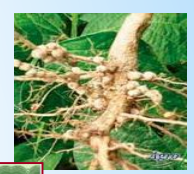
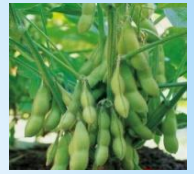
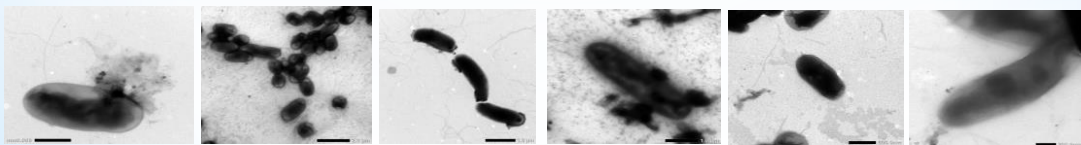
ЕКОФОСФОРИН – комплексний препарат на основі азотфіксувальних бактерій роду *Azotobacter/Agrobacterium* і фосфатмобілізувальних бактерій *Bacillus megaterium* з синтезованими біологічно активними метаболітами для злакових, технічних і овочевих культур. Має сертифікат Органік Стандарт.

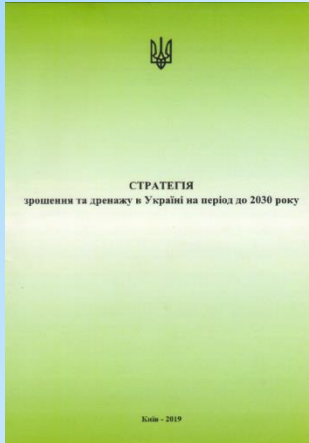
АЗОТОБАКТЕРИН-К – біопрепарат на основі асоціації трьох штамів бактерій роду *Azotobacter* і їх метаболітів з високим азотфіксувальним і біоконтролюючим потенціалом для овочевих, технічних, злакових, квіткових, ягідних культур.

БІОФОСФОРИН – препарат на основі рістстимулювальних фосфатмобілізувальних ґрунтових бактерій *Bacillus megaterium* та продуктів їхнього метаболізму для обробки насіння, коренів розсади та саджанців, прикореневого підживлення злакових, технічних і овочевих культур, обприскування вегетуючих рослин, а також покращення показників родючості ґрунту та підвищення доступності фосфору для рослин. Зареєстрований в Україні.



Дендрограма філогенетичного положення ризосферних діазотрофів

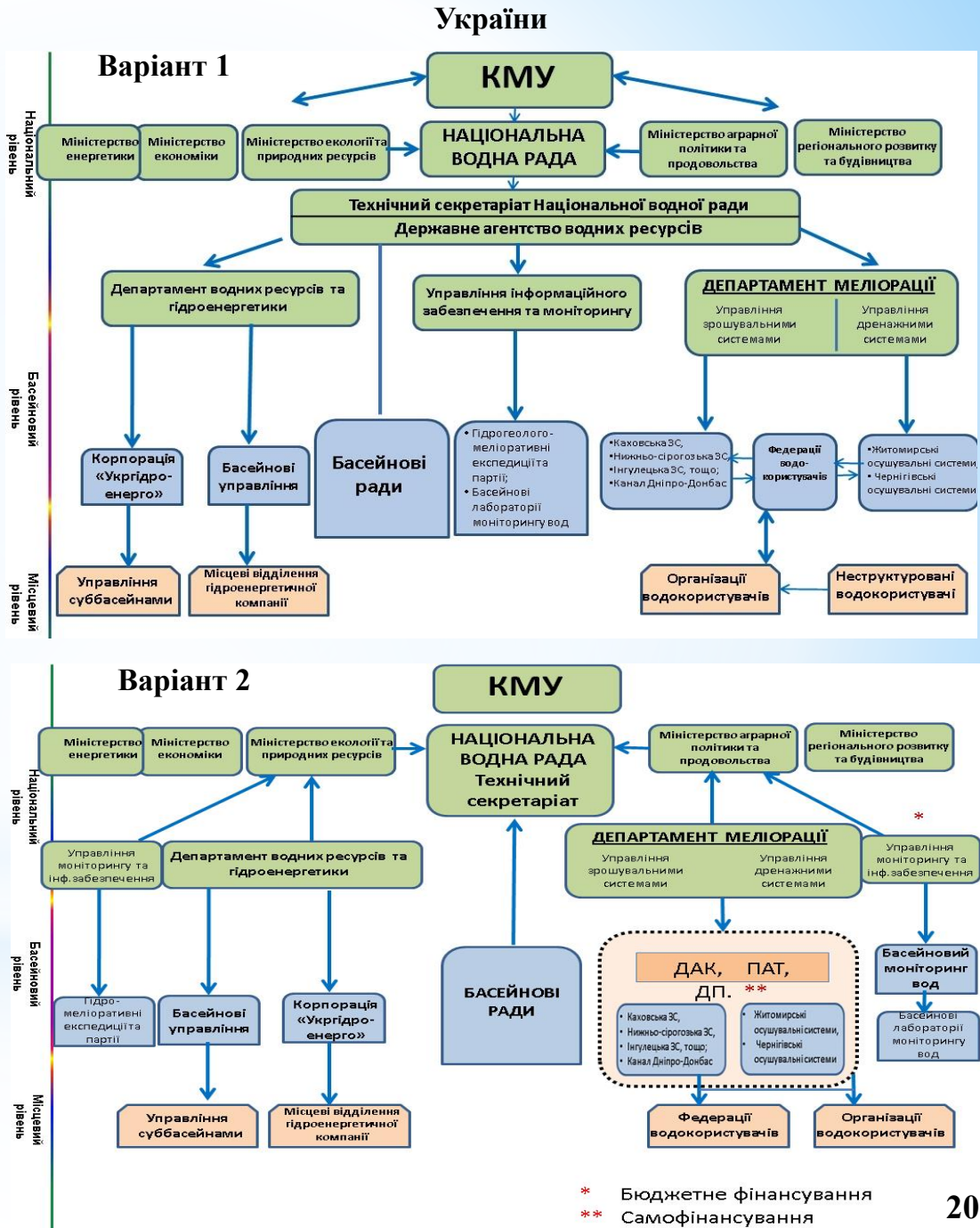




Уперше за результатами дослідження стану використання наявного потенціалу зрошення, наявної системи управління водними ресурсами та меліорацією земель обґрунтовано необхідність і розроблено:

- науково-методичні й техніко-технологічні засади відновлення зрошення шляхом розроблення та реалізації проєктів реконструкції та модернізації наявних систем зрошення на загальній площі 1,0–1,2 млн га;
- організаційно-правові засади реформування та нову, узгоджену з вимогами Європейської Рамкової водної директиви, структуру управління галуззю, що передбачає відокремлення функцій формування та реалізації державної водної політики від державної політики з розвитку меліорації земель;
- принципи й організаційно-правові засади створення організацій водокористувачів і передачу їм у довічне користування (власність) внутрішньогосподарських зрошувальних систем, станцій підкачки, міжгосподарських каналів і трубопроводів нижчого рівня.

Організаційна структура Державного агентства водних ресурсів України



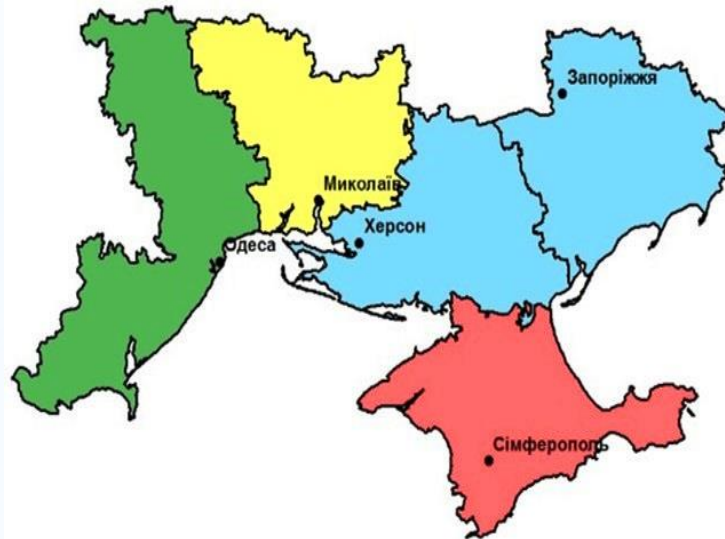
Оцінено стан забезпечення водними ресурсами південних регіонів України, за результатами чого:

– обґрунтовано необхідність відновлення Каховського водосховища на нових техніко-технологічних засадах (зменшення площі затоплення та корисного об'єму до 5 км³, збереження частини заповідника «Зелений луг») та залучення 10 км³ водних ресурсів р. Дунай, як основи реалізації планів повернення у використання пошкоджених воєнними діями ґрунтів і систем зрошення у південних регіонах України;

– визначено, що стале й ефективне використання пошкоджених воєнними діями рф ґрунтів південних регіонів України може бути забезпечено за умови відновлення зрошення на загальній площі 2,49 млн га;

– обґрунтовано необхідність прискореного розроблення та реалізації на підконтрольних Україні територіях відповідно до завдань «Стратегії...» проєктів з реконструкції та модернізації наявних там систем зрошення на загальній площі близько 500 тис. га, що дозволить частково компенсувати втрати сільгосппродукції через окупацію рф частини території та зберегти для України статус світового продовольчого донора та гаранта світової продовольчої безпеки.

Забезпеченість південних регіонів України водними ресурсами



катастрофічно низька за місцевими і сумарними водними ресурсами

катастрофічно низька за місцевими та помірні сумарними водними ресурсами

катастрофічно низька за місцевими та помірні (без р. Дунай) і висока (з р. Дунай) за сумарними водними ресурсами

катастрофічно низька за місцевими та висока за сумарними водними ресурсами

Потреба в зрошенні та в обсягах води для відновлення та розвитку зрошення у південних регіонах України

Область	Площа зрошення, тис. га	Потреба на 1 га, м ³	Загальна потреба, км ³
Херсонська	800	4000	3,20
Миколаївська	800	3800	3,04
Запорізька	900	3700	3,33
Одеська	1000	3500	3,50
Дніпропетровська	550	3400	1,87
Донецька	150	3700	0,56
АР Крим	500	3800	1,90
Всього:	4900	-	17,40
50 % від потреби	2450	-	8,70

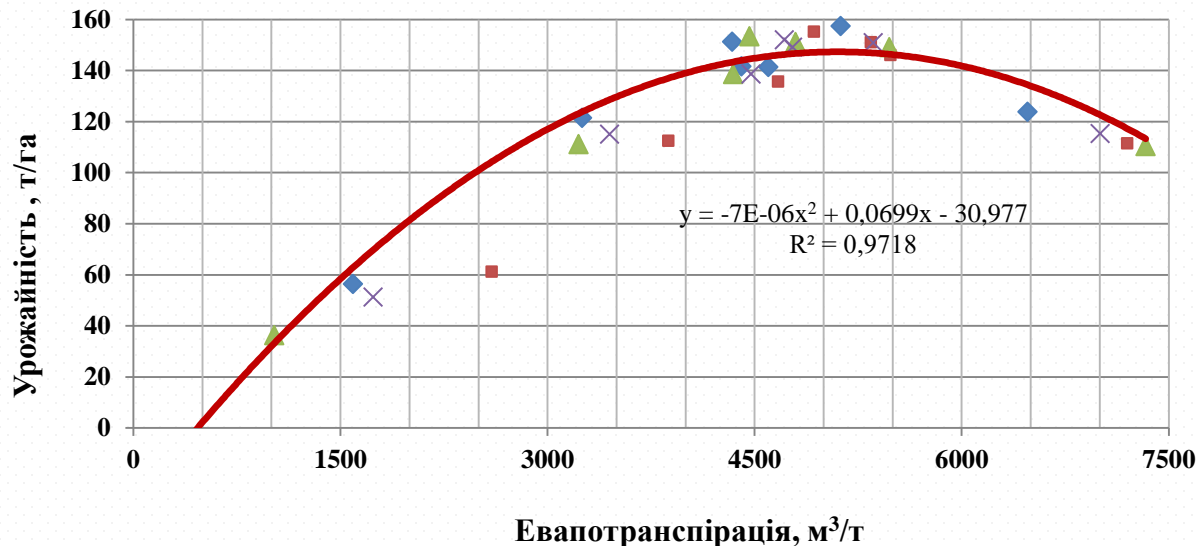
На основі даних багаторічних досліджень:

>обґрунтовано норми водопотреби сільськогосподарських культур для краплинного зрошення в умовах Степу України для сухих (P=95%), середньосухих (P=75%) і середніх (P=50%) за вологозабезпеченістю років;

>установлено закономірності евапотранспірації, обґрунтовано оптимальні параметри режимів зрошення та технології вирощування сільгоспкультур за краплинного зрошення;

>уперше доведено ефективність імпульсного режиму водоподачі при краплинному та підґрунтовому (subsurface drip irrigation) зрошенні за параметром «урожайність с.-г. культур – норма зрошення».

Залежність «евапотранспірація – урожайність» за краплинного зрошення (на прикладі томатів розсадних)



Оптимальні параметри режимів краплинного зрошення

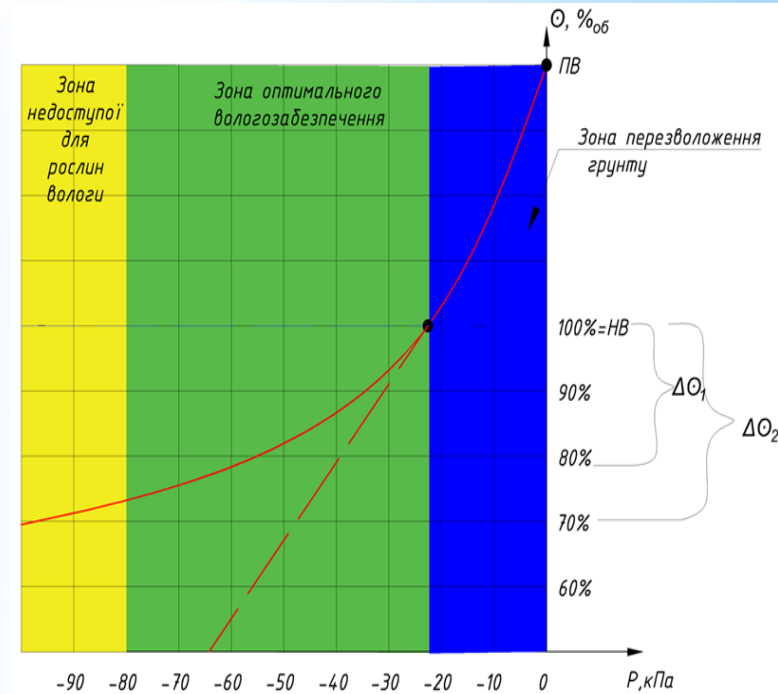
Вид с.-г. культури	Передполивна вологість ґрунту, kPa	Поливи	Норма зрошення, м³/га	Евапотранспірація, м³/га	Коефіцієнт евапотранспірації, м³/т	Урожайність, т/га
Томат	25-20-30	40	3450	4950	32,7	151,9
Перець солодкий	25-20	42	3655	5020	74,9	67,0
Баклажан	20	53	4085	5330	112,7	47,3
Кавун	27	15	1200	2600	48,4	45,4
Морква	25-30	22	3280	5075	72,6	69,8
Цибуля ріпчаста	15	42	3340	4280	74,7	57,3
Картопля	25	17	1250	2300	84,9	27,1
Кукурудза	20	29	4400	6500	357,1	18,2
Соя	20	31	5400	6900	1112,9	6,22
Буряк цукровий	23	23	3840	5400	44,5	121,4



Концептуальні засади управління поливами

Визначено, що найвища ефективність та екологічна безпечність зрошення досягається за умови управління поливами на основі таких концептуальних засад:

- проведення поливів має забезпечувати **підтримання вологозабезпечення кореневого шару ґрунту у вузькому діапазоні високої вологості** ($0,8-0,85 \text{ НВ} \div \text{ВН}$);
- **використання тензіометричного тиску ґрунтової вологи** в якості критерію рівня вологозабезпечення та доступності ґрунтової вологи для рослин;
- **використання основної гідрофізичної характеристики** для визначення оптимального діапазону вологозабезпечення кореневого шару ґрунту;
- використання для розрахунків евапотранспірації кількох методів, передбачаючи поєднання інтегрованих та емпіричних моделей;
- використання **рівняння неусталеного вологоперенесення в ненасичено-насичених ґрунтах зони аерації в термінах напорів** для прогнозних розрахунків стану вологозабезпечення кореневого шару ґрунту та строків і норм поливу;
- поєднання даних прогнозних розрахунків та експериментальних вимірювань рівня вологозабезпечення кореневого шару ґрунту з допомогою **тензіометричних датчиків**;
- **використання даних ДЗЗ** для визначення строків і норм поливу на ділянках не охоплених інструментальними моніторинговими спостереженнями.



Зазначені принципи реалізовано в «Системі управління зрошенням «Полив онлайн», використання якої забезпечує:

- **отримання врожаїв** зрошуваних сільгоспкультур на рівні **0,85–0,9** від потенціалу сортів і гібридів цих культур за одночасного зниження витрат поливної води на одиницю врожаю;
- **мінімізацію або повне виключення втрат поливної води** на інфільтрацію, розвитку процесів підтоплення та вторинного засолення.

Інформаційне забезпечення підтримки прийняття рішень у зрошенні

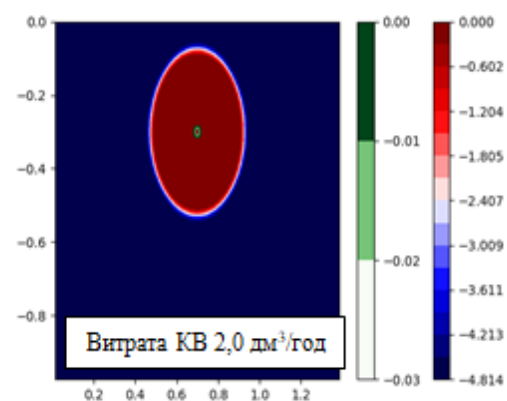
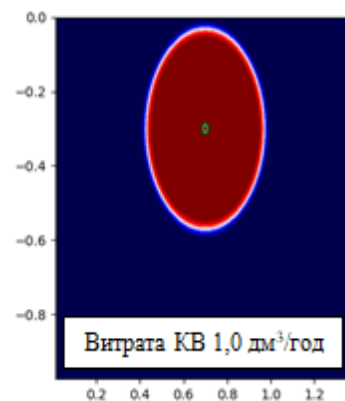
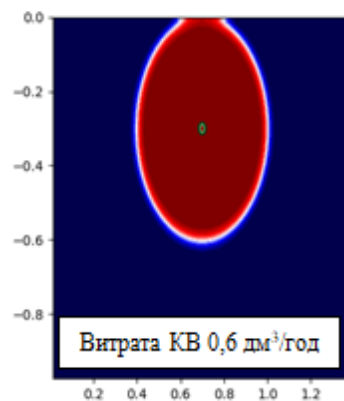
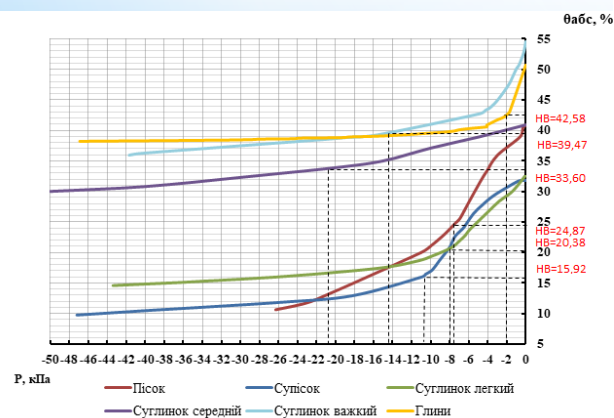
Розроблено й апробовано універсальну систему лабораторного діагностування водно-фізичних властивостей ґрунтів, що повністю забезпечує параметрами сучасні системи управління поливами, в тому числі математичне моделювання процесів вологообміну в ґрунтовому середовищі.

«Спосіб визначення структури порового простору ґрунтів (дисперсних середовищ)» (патент на корисну модель України №45287).

Отримано низку результатів із розв'язання таких задач математичного моделювання процесів у системі «ґрунт – рослина – атмосфера» та розробки алгоритмів застосування результатів такого моделювання:

- *Задачі моделювання сівозмін і норм водопотреби;*
- *Обґрунтування параметрів систем краплинного зрошення;*
- *Визначення параметрів режиму водоподачі;*
- *Оперативне управління поливами.*

Основою цих засобів моделювання є, зокрема, **нові узагальнені моделі вологоперенесення дробового порядку**, що базують на припущенні наявності ефектів пам'яті та нелокальних взаємодій, і застосування методів **ройового інтелекту** для їх адаптації до фактичних умов перебігу процесів.



ОСНОВНА НАУКОВА Й НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ПРОДУКЦІЯ

