
SWorld

Germany



Shcherbatiuk N., Usachova O.V., Halyski V., Simakfina G.O., Gamayunova V.V. et al.

WISSENSCHAFT FÜR DEN MODERNEN MENSCHEN
MEDIZIN UND GESUNDHEITSWESEN; BIOLOGIE UND ÖKOLOGIE;
LANDWIRTSCHAFT

SCIENCE FOR MODERN MAN
MEDICINE AND HEALTHCARE; BIOLOGY AND ECOLOGY; AGRICULTURE

Monographic series «European Science»
Book 46. Part 3.

In internationalen wissenschaftlich-geometrischen Datenbanken enthalten
Included in International scientometric databases

MONOGRAPHIE
MONOGRAPH

ScientificWorld-Net Akhat AV
Karlsruhe 2026

Monographic series «European Science»

Authors:

Shcherbatiuk N. (1), Usachova O.V. (2), Vorobyova N.V. (2), Nevedomsjka J.O. (3),
Bodnar' A.S. (3), Halysh V. (4), Trus I. (4), Yashchenko O. (4),
Boiko M. (5), Simakhina G.O. (6), Naumenko N.V. (6), Gamayunova V.V. (7),
Baklanova T.V. (7), Sydyakina O.V. (7), Khonenko L.G. (7)

Reviewers:

Ryabokon O. V., Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Infectious Diseases, ZDMFU; S. M. Nedelska – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Faculty Pediatrics, ZDMFU (2)
Savchenko Valentyn Mykhailovych, Doctor of science in medicine, Head of the Department of Physical Therapy and Occupational Therapy (3)
Vorobyova Viktoria, Dr. Sci., Professor, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute» (4)
Skiba Margarita, Dr. Sci., Professor, Ukrainian State University of Science and Technologies, (4)

Wissenschaft für den modernen Menschen: Medizin und Gesundheitswesen; Biologie und Ökologie; Landwirtschaft. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 46. Teil 3. 2026.

Science for modern man: Medicine and healthcare; Biology and ecology; Agriculture. Monographic series «European Science». Book 46. Part 3. 2026.

ISBN 978-3-98924-134-3

DOI: 10.30890/2709-2313.2026-46-03

Published by:

ScientificWorld-NetAkhatAV

Lußstr. 13

76227 Karlsruhe, Germany

e-mail: editor@promonograph.org

site: <https://desymp.promonograph.org>

Copyright © Authors, 2026

Copyright © Drawing up & Design. ScientificWorld-NetAkhatAV, 2026



ÜBER DIE AUTOREN / ABOUT THE AUTHORS

1. *Shcherbatiuk Nataliia*, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, I. Horbachevsky Ternopil National Medical University, ORCID 0000-0003-2155-7329 - *Chapter 1*
2. *Usachova Olena Vitaliivna*, Doctor of Medical Sciences, Professor, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, ORCID 0000-0003-0250-1223 - *Chapter 2 (co-authored)*
3. *Vorobyova Nataliya Volodymyrivna*, Candidate of Medical Sciences, Zaporizhzhia State Medical and Pharmaceutical University, *Chapter 2 (co-authored)*
4. *Nevedomsjka Jevgenija Oleksijvna*, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, ORCID 0000-0002-7450-3562 - *Chapter 3 (co-authored)*
5. *Bodnar' Alexander Serhiyevich*, student, Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University - *Chapter 3 (co-authored)*
6. *Halysh Vita*, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», ORCID 0000-0001-7063-885X - *Chapter 4 (co-authored)*
7. *Trus Inna*, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», ORCID 0000-0001-6368-6933 - *Chapter 4 (co-authored)*
8. *Yashchenko Olha*, Candidate of Technical Sciences, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», ORCID 0000-0003-3716-8707 - *Chapter 4 (co-authored)*
9. *Boiko Mykola*, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer, Kherson State Agrarian and Economic University, ORCID 0009-0001-2291-3164 - *Chapter 5*
10. *Simakhina Galyna Oleksandrivna*, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National University of Food Technology, ORCID 0000-0002-7836-3114 - *Chapter 6 (co-authored)*
11. *Naumenko Nataliia Valentynivna*, Doctor of Philological Sciences, Associate Professor, National University of Food Technology, ORCID 0000-0002-7340-8985 - *Chapter 6 (co-authored)*
12. *Gamayunova V. V.*, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Mykolaiv National Agrarian University, ORCID 0000-0002-4151-0299 - *Chapter 7 (co-authored)*
13. *Baklanova T. V.*, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Mykolaiv State Agricultural Research Station IKOSG NAAS, ORCID 0000-0002-6699-2693 - *Chapter 7 (co-authored)*



14. *Sydyakina O. V.*, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Kherson State Agrarian and Economic University, ORCID 0000-0001-8812-6078 - *Chapter 7 (co-authored)*
15. *Khonenko L. G.*, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Mykolaiv National Agrarian University, ORCID 0000-0002-5365-8768 - *Chapter 7 (co-authored)*

КАПИТЕЛ 5 / CHAPTER 5⁵

ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF THE RUSSIAN FEDERATION'S ARMED AGGRESSION AND WAYS TO RESTORE DEGRADED LANDS IN UKRAINE

DOI: 10.30890/2709-2313.2026-46-03-002

Вступ

Збройні конфлікти та війни завдають масштабної шкоди навколишньому середовищу, зокрема спричиняють серйозне забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Проведення військових операцій супроводжується вибухами, обстрілами та руйнуванням критичної інфраструктури й промислових об'єктів, що призводить до потрапляння токсичних речовин у довкілля. Особливу загрозу становить застосування хімічної, біологічної або ядерної зброї, що значно ускладнює подальше відновлення природних екосистем. Крім того, підприємства, розташовані на тимчасово окупованих територіях, можуть викидати небезпечні хімічні сполуки в атмосферу без належного контролю.

Родючий ґрунт є надзвичайно важливим елементом для сільськогосподарського виробництва, і його значення важко переоцінити. Він забезпечує рослини необхідними поживними речовинами, різноманіття мінералів та органічних речовин у ґрунті дозволяє рослинам отримувати всі необхідні елементи для зростання та розвитку. Здатність ґрунту утримувати вологу і постачати її рослинам визначає його вагомість для вирощування сільськогосподарських культур. Ґрунт надає опору для кореневої системи рослин, що забезпечує їм стабільність та можливість отримувати необхідні речовини. Верхній шар ґрунту підтримує різноманіття мікроорганізмів, що в свою чергу впливає на біорізноманіття в цілому. Він є природним бар'єром, який захищає від ерозії, запобігаючи виносу ґрунтового покриву водою або вітром. І головне - ґрунт є базою для вирощування рослин, які є основою виробництва продуктів харчування.

Таким чином, родючий ґрунт виступає ключовим природним ресурсом, від

⁵Authors: Boiko Mykola

Author's sheets: 0,81



стану якого безпосередньо залежить ефективність сільськогосподарського виробництва, продовольча безпека та екологічна стабільність територій. В умовах війни, інтенсивного землекористування, зростання антропогенного навантаження, кліматичних змін і деградації ґрунтового покриву проблема збереження та відновлення родючості ґрунтів набуває особливої гостроти. Саме тому дослідження, спрямовані на аналіз стану ґрунтів, факторів впливу на їхню родючість та шляхів раціонального використання земельних ресурсів, є надзвичайно актуальними та мають важливе наукове і практичне значення для сталого розвитку аграрного сектору.

5.1 Наслідки збройної агресії рф та їх вплив на родючість ґрунтів

Аграрний сектор України найбільше постраждав від війни розв'язаною рф, оскільки бойові дії в основному відбуваються на полях українських підприємств та фермерських господарств. Крім того, є дуже велика проблема забруднення родючих земель боєприпасами що здетонували або не розірвалися, мінами та розлитими нафтопродуктами. За висновками міжнародних експертів загальна площа замінованих територій в Україні на кінець 2022 р. складала 174 тисяч квадратних кілометрів, що удвічі більше, ніж площа Австрії. На сьогодні площа потенційно замінованих земель, за рахунок розмінованих, зменшилася більш ніж на 20% порівняно з кінцем 2022 р. та становить близько 137 тисяч квадратних кілометрів [1].

Загрози для ґрунту, такі як руйнація через воєнні дії, забруднення або несистематичне використання, можуть серйозно підірвати його функціональність і впливати на виробництво аграрного сектору продовольчу безпеку та екологічний стан країни. Вони ж і відновлюються найповільніше: природний темп відновлення родючого шару ґрунту - один сантиметр протягом ста років. Відновлення ґрунту та екосистем може займати тривалий час і вимагати координованих зусиль Уже зараз ми маємо планувати, як допомогти українським чорноземам швидше відновитися після цієї війни. Збереження та



охорона ґрунту є критично важливим завданням для сталого розвитку аграрного сектору.

Війна росії проти України розпочата ще у 2014 р. значно порушила природне середовище та спричинила серйозну та довготривалу шкоду довкіллю. Значна кількість як вітчизняних так і зарубіжних науковців порушують тематику відновлення родючості ґрунтів в післявоєнний період. Зокрема, Зайцев Ю.О. та інші висвітлюють екологічну небезпеку військових дій на території України, наводять результати експериментальних досліджень вмісту валових форм важких металів у пробах ґрунтів, відібраних на землях сільськогосподарського призначення Сумського та Охтирського районів Сумської обл. [2]. Балюк С. та Кучер А. визначають, що в умовах воєнного стану та повоєнного відновлення України є потреба в корегуванні державної земельної політики, удосконаленні нормативно-правового забезпечення щодо використання та охорони земель, зокрема, нормативів у галузі охорони земельних угідь та відтворення родючості ґрунтів, у тому числі пошкоджених унаслідок збройної агресії та бойових дій [3].

Кравченко О. та інші аналізують основні чинники забруднення й руйнування об'єктів навколишнього середовища в результаті військових дій на Сході України. Авторами встановлено, що військові дії завдають нищівного удару всім без винятку об'єктам довкілля. Для повного оцінювання збитків від руйнування об'єктів та масштабів забруднення територій необхідне проведення моніторингу навколишнього середовища, розробка плану дій щодо його відновлення [4].

Лісова Н. у своєму дослідженні деталізує проблеми які виникають в наслідок військових дій, нею проаналізовано результати досліджень Міжнародної благодійної організації «Екологія - Право - Людина» та Східноукраїнського екологічного інституту. Охарактеризовано вплив війни на родючість сільськогосподарських угідь. У роботі акцентується увага на негативний вплив ґрунтових вод при затопленні шахт та виході їх на поверхню, руйнуванні очисних споруд, хімічному та радіаційному забрудненні водних ресурсів, забрудненні атмосферного повітря та ґрунтів, знищення ландшафтів,



рослинності, значних лісових масивів [5].

У роботах Weber, A.K. та інш. охарактеризовано як хімічний вплив воєнних дій призводить до зміни природних параметрів ґрунтового покриву під впливом забруднювальних речовин, що утворюються внаслідок використання різноманітних систем зброї та військової техніки. Довготривалі військові дії спричиняють утворення локальних воєнно-техногенних геохімічних аномалій з різним спектром вибухових та інших токсичних речовин, що може накласти на невизначений термін заборону на використання таких земель [6].

Takahashi, K. Та інш. доводять, що основним механічним впливом на ґрунт є ущільнення з пошкодженням гумусового шару, що має прямі негативні наслідки, як-от порушення водного балансу ґрунту, та спричиняє розвиток вітрової та водної ерозії. Механічний вплив під час воєнно-техногенного навантаження полягає у механічній деформації ґрунтового покриву під час пересування колісної та гусеничної військової техніки, безпосереднього руху військ, будівництва фортифікаційних споруд, бомбардування, розмінування та очищення територій від залишків боєприпасів [7].

Основні прояви фізичного забруднення ґрунтів досліджують Gillies, J.A. та інш., у роботах авторів описано вібраційний, радіоактивний та тепловий вплив, який зумовлює локальне підвищення температури внаслідок викидів нагрітого повітря, порохових газів, газоподібних продуктів та вихлопних газів, всі ці забруднення приводять до зниження біорізноманіття [8].

Водночас тема війни і вплив її на всі сфери діяльності не тільки України, а й багатьох держав світу, обумовлює необхідність подальших наукових досліджень. Невирішеною частиною загальної проблеми, впливу військових дій на родючість ґрунтів, залишається відсутність пропозицій та конкретних заходів щодо зменшення ризиків при виробництві сільськогосподарської продукції.

Ґрунт є основним, самостійним компонентом природного середовища та біосфери загалом, обмежений, незамінний і важковідновлюваний природний ресурс, який виконує важливі функції: продуктивні (виробництво біомаси, продовольства), екологічні (біоекологічні, біоенергетичні, біогеохімічні,



гідрологічні, газОВО-атмосферні та ін.), соціальні та інформаційні. Нині питання ролі і значущості ґрунтів, їх збалансованого використання, управління, охорони та боротьби з деградацією набули глобального рівня [9].

Наслідки воєнних дій для ґрунтового середовища часто недооцінюються, якщо співставляти з втратою людських життів та об'єктів інфраструктури, однак погіршення якісних властивостей ґрунту є довготривалим, що суттєво знижує його продуктивні функції. Воєнні дії можуть мати серйозні наслідки для ґрунтового покриву та природного середовища загалом. Оцінка воєнно-техногенного навантаження на ґрунти повоєнних ландшафтів здійснюється за рівнями інтенсивності бойових дій із врахуванням типів бойових забруднень.

Ґрунт як ключовий елемент природного середовища зазнає багатомірного впливу в умовах воєнних дій, що виходить далеко за межі локальних пошкоджень і набуває системного характеру. Порушення функціонування ґрунтів унаслідок бойових дій створює довготривалі ризики для аграрного виробництва, продовольчої безпеки та екологічної стабільності країни. Особливу загрозу становить втрата родючості ґрунтів, яка не завжди проявляється миттєво, але має накопичувальний ефект і може суттєво обмежувати можливості відновлення сільськогосподарського виробництва у повоєнний період.

В умовах війни змінюються підходи до використання земельних ресурсів, зростає навантаження на безпечні для обробітку ділянки, порушується сівозміна та технології землеробства. Це призводить до дисбалансу в системі управління ґрунтовими ресурсами та підвищує ризики їх деградації навіть за відсутності безпосереднього фізичного пошкодження. Водночас обмежений доступ до значних площ сільськогосподарських угідь ускладнює проведення повноцінного моніторингу стану ґрунтів, що знижує ефективність управлінських рішень.

З огляду на повільні темпи природного відновлення ґрунтового покриву, наслідки воєнних дій можуть мати тривалий характер і вимагати цілеспрямованого втручання з боку держави, наукових установ та аграрного сектору.

Використання військових засобів, таких як вибухові речовини, пальні,



хімічні засоби може призвести до забруднення ґрунту токсичними речовинами. Руїнування виробничої інфраструктури, наприклад, нафтопроводів або нафтових установок, може призвести до потрапляння нафти в ґрунт, що призводить до серйозного забруднення. Потужні вибухи можуть призвести до фізичного руїнування ґрунту. Воєнні дії призводять до великої втрати рослинності та тваринного світу. Після закінчення війни відновлення рослинності та екосистем може займати тривалий час через значні руїнування та масштабні забруднення довкілля. Воєнні дії можуть викликати забруднення водних джерел хімічними та іншими шкідливими речовинами, що негативно впливає на водні екосистеми. Такі впливи можуть залишити тривалі наслідки для навколишнього середовища та суспільства, і вони вимагають великих зусиль для відновлення нормального екологічного стану на деокупованих територіях (Рис.1).

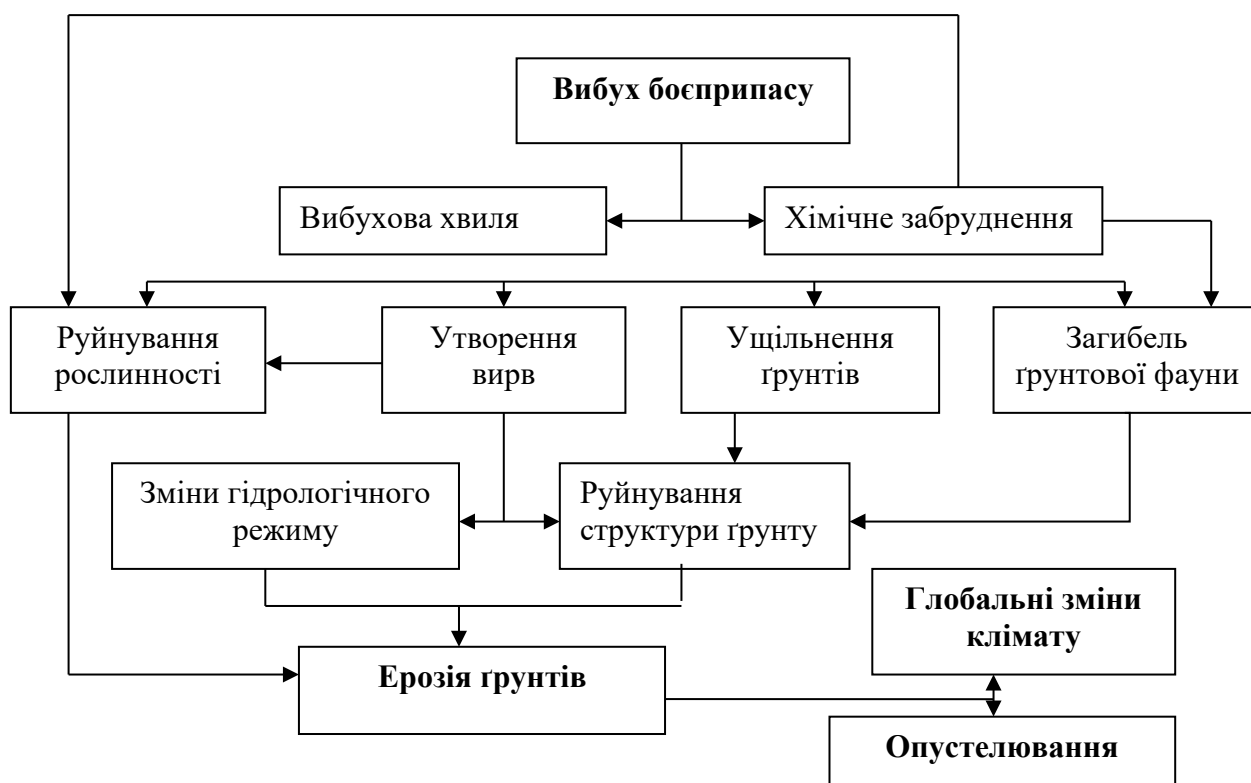


Рис.1. Забруднення ґрунту від вибухових речовин

Джерело: за даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) [10]



Забруднення ґрунту внаслідок військових дій бувають механічними, фізичними, хімічними та біологічними. Кожен з цих типів пошкодження є по-своєму критичним та викликає порушення структури та функцій землі. Тож розглянемо кожен тип руйнування детальніше.

Механічний тип. Механічний тип деформує ґрунтовий покрив і призводить до руйнування ґрунтових структур під час пересування військової техніки, переміщення військ, будівництва оборонних споруд, бомбардувань (примітка: порушення ґрунту внаслідок утворення вирв від бомб) та розмінування. Наслідками цих впливів є ущільнення, перезволоження та забруднення території продуктами війни. Також основним механічним впливом на ґрунт є ущільнення з пошкодженням гумусового шару, що має прямі негативні наслідки, такі як порушення балансу ґрунтової вологи, що призводить до вітрової та водної ерозії. Порушення структури ґрунту відбувається внаслідок переміщення частинок з одного шару в інший під впливом військових та антропогенних навантажень. Розмінування зазвичай руйнує шар гумусу, внаслідок чого ґрунт втрачає свої фізичні та хімічні властивості, змінює розмір зерен і злипається в грудки. Як наслідок, знижується родючість ґрунту та його водоутримуюча здатність (Рис.2).



Рис.2. Пошкодження ґрунту внаслідок механічного впливу



Хімічний тип. Змінюються фізичні та хімічні параметри ґрунту. Насамперед, рН, катіонний обмін і вміст гумусу. Також підвищується концентрація токсичних хімічних речовин, утворюються різні локальні ландшафтні та геохімічні аномалії. Як наслідок, ці землі стають непридатними для використання аграріями в довгостроковій перспективі. До хімічних забруднювачів належать моторне паливо, мастила, розчинники, відходи гальванічного виробництва, залишки вибухових речовин, дезактиватори, важкі метали та їхні сполуки, а також радіоактивні речовини. Хімічні мікроелементи забруднення в основному представлені важкими металами, такими як кадмій, миш'як, свинець, цинк і мідь. Ці елементи є індикаторами змін екологічного стану територій із забрудненими ґрунтами та прилеглих до них (Рис.3).



Рис. 3 Пошкодження ґрунту внаслідок хімічного впливу

Фізичний тип. Передбачає зміни фізичних параметрів ґрунту внаслідок застосування зброї або військової техніки. Сюди відносяться вібраційний, радіологічний та тепловий вплив. Поєднання різних чинників впливу призводить до кумулятивного негативного впливу. В результаті втрачається буферна здатність ґрунту до відновлення, втрачається гумус і знижується природна родючість (Рис.4).



Рис. 4. Пошкодження ґрунту внаслідок фізичного впливу

Біологічний тип. Загибель усіх організмів у ґрунті, особливо мікрофлори, яка контролює здоров'я та родючість ґрунту. Вони гинуть від переущільнення ґрунту, теплового шоку, руйнування шарів ґрунту, вибухонебезпечних токсичних речовин тощо (Рис.5).



Рис. 5. Пошкодження ґрунтів внаслідок хімічного впливу

Отже, кожен з перерахованих вище негативних впливів воєнних дій призводить до знищення рослинності, порушення родючості ґрунтів, нестачі природної вологи та опустелювання територій. Як наслідок, рівень біоти також стрімко знижується.



5.2 Деградація ґрунтового покриву України в умовах війни та шляхи його відновлення для продовольчої безпеки

Українські землі перетворилися на жахливий полігон для випробування різноманітної зброї. Родючий ґрунтовий покрив, який формувався століттями, знищується ракетами, різноманітними артилерійськими снарядами, бризантними вибуховими речовинами, безпілотниками, різними зарядами РСЗВ та «вакуумними» бомбами. І це при тому, що за останні 100 років ґрунти країни втратили близько 30% вмісту гумусу. Війна прискорила цей процес. Ґрунти втрачають родючість через зміну своїх механічних, фізичних, хімічних та біологічних властивостей.

Вже зараз ми маємо планувати, як якнайшвидше відновити землю після цієї війни. Зрозуміло, що на забруднених ґрунтах ще довго нічого не можна буде вирощувати. У післявоєнний період важливо мати ефективну систему екологічного моніторингу, яка дозволить зафіксувати фактичне руйнування довкілля та вжити найефективніших заходів, щоб уникнути подальшого погіршення ситуації і відновити екосистему до безпечного стану як для людей, так і для дикої природи. Поки що важко передбачити, з яким занепадом зіткнеться Україна після завершення бойових дій. Реабілітація ґрунтів колишніх місць обстрілів передбачає не лише розмінування, але й очищення від інших хімічних залишків у післявоєнних ґрунтах.

Рекультивация для повернення цих ґрунтів до сільськогосподарського виробництва здійснюється після обстеження та розмінування шляхом механічної оранки бульдозерами та грейдерами, тобто грубої рекультивации, без врахування внутрішньої структури та генетичної стратиграфії ґрунту. Очікується, що відновлення родючості ґрунтів після грубої рекультивации на зруйнованих територіях займе кілька десятиліть, залежно від площі знищення, і потребує значних фінансових вкладень. Зважаючи на серйозність та небезпечність ситуації, Україна вже зараз шукає шляхи вирішення проблеми забруднення ґрунтів, спричиненого війною. Експерти розробляють інструменти та механізми,



які дозволять мінімізувати вплив бойових дій у найближчі роки.

За характеристикою міжнародних організацій, екологічний стан України оцінюється як складний, але гарантування достатньої якості і безпечності продукції можливе за умови зниження рівня можливих негативних впливів сільського та комунального господарств, транспорту, промисловості та будь-яких напрямів впливу суспільства на стан ґрунтового покриву, отримувану продукцію та сировину. Найефективнішим методом покращення екологічної ситуації в державі є втілення ідеї створення спеціальних сировинних зон на підприємствах, що гарантуватиме контроль за використанням безпечних технологій виробництва та за зменшення навантаження на навколишнє природне середовище.

Для кожної держави одним із важливих питань є стабільне та гарантоване забезпечення виробництва якісної продукції у необхідній кількості й асортименті. Погіршення стану здоров'я людей у нашій країні і відносно коротка тривалість їхнього життя безпосередньо зумовлені забрудненим довкіллям та незадовільним рівнем екологічної безпеки харчування. Проте державна аграрна політика спрямована на виконання економічних завдань АПК і фактично не включає у себе екологічної складової, хоча саме сільськогосподарські і переробні технології, що зараз широко застосовуються, спричиняють забруднення ґрунтів та інших природних ресурсів і не забезпечують виробництво екологічно безпечної та якісної продукції у національному масштабі.

Основними напрямками державної політики щодо забезпечення продовольчої безпеки визнано:

- забезпечення високої якості і безпеки продовольчої продукції, що реалізується на внутрішньому ринку, та її цінової доступності для населення України;
- підвищення конкурентоспроможності вітчизняної продукції та можливості її виходу на міжнародний ринок;
- стимулювання виробництва екологічно безпечної продукції відповідно до



потреб населення шляхом впровадження екологічно безпечних технологій;

- спрямування екологічної політики на зростання продуктивності, підвищення конкурентоспроможності та технологічного рівня сільськогосподарського виробництва тощо.

Екологічно чисте виробництво передбачає в собі збереження ресурсів і сировини, припинити використання токсичної сировини при цьому зменшивши об'єм токсичних відходів та викидів виробництва, а також створення альтернативних джерел енергії та її збереження. Виробництво товарів відбувається згідно з стратегією екологічно чистого виробництв, що концентрується на зниженні негативних наслідків впливу товару під час отримання сировини до його утилізації.

Основними причинами розвитку та зростання якісного екологічного виробництва є:

- підвищення попиту на сертифіковану органічну продукцію в розвинених країнах;
- відсутність ресурсів для підвищення врожайності у слаборозвинених країнах.

Система біологічного, органічного землеробства характеризується однією з найвищих ступенів екологізації аграрного сектору. Вони передбачають повне вилучення технології вирощування культур із застосуванням агрохімікатів, замінюючи їх ресурсне забезпечення природними, органічними засобами. Масштаби можливого впровадження й освоєння біологічного землеробства вочевидь визначає практика і передовсім виробництво органічних добрив й біологічних засобів захисту від шкідливих організмів рослин. Основним методом розвитку системи землеробства в сфері її екологізації є модель екологічного землеробства з пріоритетним забезпеченням біокліматично й економічно обґрунтованої урожайності за рахунок екологічно обґрунтованої кількості промислових засобів.

На утворення чорнозему природі треба 10 тисяч років. На його знищення вистачить миті, за яку там вибухне ракета. У більшості бойові дії в Україні



відбуваються там, де поширені власне ці славнозвісні ґрунти. Вчені кажуть: збитки для сільського господарства будуть колосальні, а для довкілля - й поготів (Рис.6).

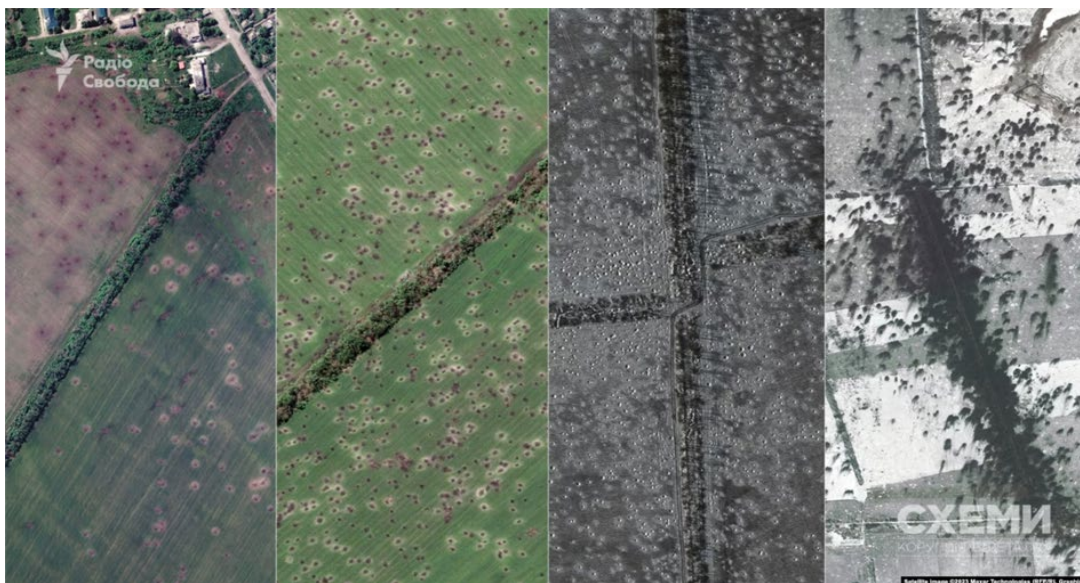


Рис. 6. Українські поля, обстріляні під час бойових дій. Супутникові знімки Махар Technologies

Це фото з Ізюмського району на Харківщині. Ділянка поля, засіяного озиминою. Площа - один квадратний кілометр.

Фахівці Української природоохоронної групи нарахували тут 480 воронок від снарядів калібру 82 міліметри, 547 воронок від 120 міліметрових снарядів та 1025 - калібру 152 міліметри. Екологи кажуть: тут, на одному квадратному кілометрі поля, в ґрунт потрапило 50 тонн заліза, 1 тонна сполук сірки та 2,35 тонн міді. Вибухами вивернуто 90 000 тонн ґрунту. Цей маленький приклад дає змогу нашій уяві спробувати досягнути ймовірні масштаби шкоди, якої українській землі завдає війна.

Під час війни ґрунти - одна з найвразливіших екосистем. Є кілька головних факторів шкоди землі: це проїзд важкої військової техніки, вибух ракет та інших видів зброї, зведення фортифікацій (Рис.7). Внаслідок цих дій порушується структура ґрунту, надалі це призводить до ерозій. Втрата родючості - очевидна, адже родючий шар ґрунту - на самій поверхні.



Рис. 7. Приблизна оцінка екологічних збитків завданих внаслідок війни в Україні з 24.02.2022 - 09.01.2026 рр.

Джерело : [11]

За повідомленням Держекоінспекції за станом з 24 лютого 2022 р. по 09 січня 2026 р. повномасштабного вторгнення зафіксували кількісний показник шкоди, завданої окупантами: 1,4 млн м² - ґрунтів забруднено небезпечними речовинами; 25,1 млн м² - земель засмічено залишками знищених об'єктів та боєприпасів; 4,1 млн тонн - нафтопродуктів згоріло під час обстрілів, забруднивши атмосферне повітря небезпечними речовинами; 36,2 тис тонн - маса забруднюючих речовин, що потрапили у водні об'єкти; 42,4 млн кг - маса



сторонніх предметів, матеріалів, відходів та/або інших речовин, які потрапили у водні об'єкти; 21,1 млрд м³ - обсяг забраної/використаної води самовільно [11].

Одними з найсерйозніших збитків завданих РФ є руйнування Каховської греблі, отруєння річки Сейм на Сумщині, розлив нафти в Керченській протоці через аварію російських танкерів «Волгонефть-212» і «Волгонефть-239» та напівзруйнований стан Чорнобильського конфайнменту.

Підрив Каховської ГЕС у Херсонській області спричинив масштабну гуманітарну, екологічну та економічну катастрофу. За оцінками Міністерства аграрної політики, прямі збитки сектору від затоплення оцінюються в 3-5 млрд дол. Втрати у вигляді ВВП оцінюються в 1,5-2 млрд дол. на рік – це той щорічний обсяг продукції, який не буде вирощено протягом наступних 5 років через руйнування системи зрошення [12].

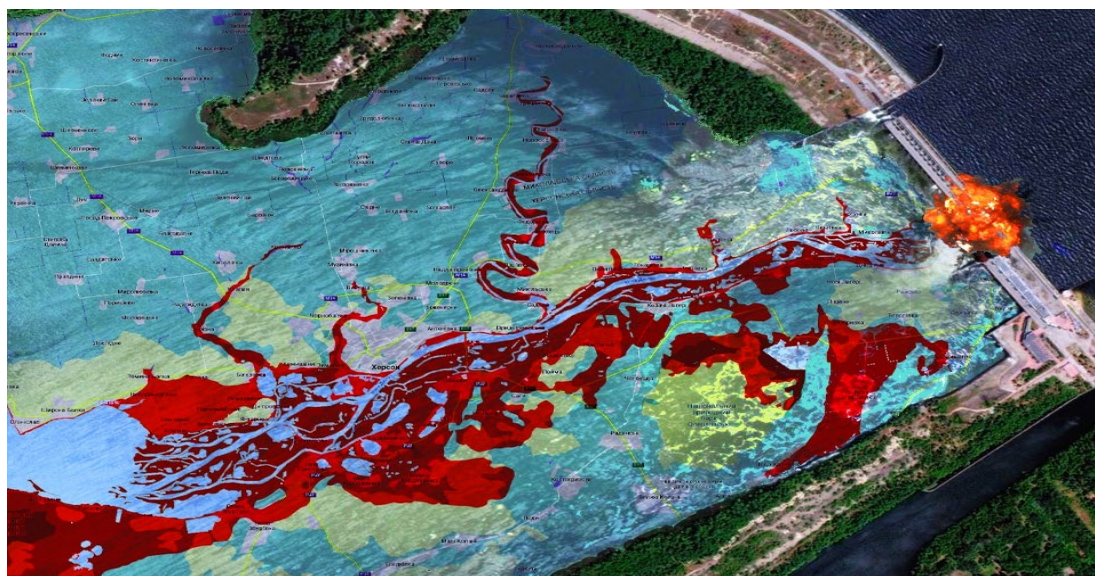


Рис.8. Підрив Каховської ГЕС у Херсонській області

На думку фахівців, для відновлення сільськогосподарських земель після підриву Каховської ГЕС доведеться вкласти 2-3 тис. євро в гектар [13]. При цьому виникає потреба змінювати структуру сільського господарства на Херсонщині: переходити від овочівництва до вирощування зернових культур.

Затоплення призводить до руйнування верхнього родючого шару ґрунту, що містить основні органічні речовини та поживні елементи, знижуючи його продуктивність. Обмеження доступу кисню до кореневої системи рослин



порушує життєдіяльність рослин і ґрунтових мікроорганізмів. Разом із водою у ґрунт надходять забруднювальні речовини, зокрема хімічні сполуки, важкі метали та патогенні мікроорганізми, що погіршує його якість. Підтоплення також спричинює порушення структури ґрунту, ерозійні процеси, деградацію та вторинне засолення, що негативно впливає на рослинний покрив, біорізноманіття та екосистемну рівновагу.

На сьогодні науковці повинні прикласти максимум зусиль для досліджень впливу війни на родючість ґрунтів та надати рекомендації щодо відновлення родючості українських чорноземів. Основні методи ревіталізації забруднених ґрунтів:

- Вилучення забруднених шарів ґрунту;
- Використання рослин для фіксації та зменшення мобільності забруднюючих речовин;
- Використання фільтраційних систем та хімічних методів очищення води;
- Відновлення річкових екосистем та біологічного різноманіття;
- Використання спеціальних хімікатів для нейтралізації токсичних речовин;
- Термічне виробництво для знищення біологічно небезпечних речовин;
- Посів рослин, які можуть очищати ґрунт (фітоочищення).

За оцінками Світового банку, ціна розмінування квадратного метра в Україні може становити до 8 доларів. За такими прогнозами, лише на наступне десятиліття на заходи з розмінування України знадобиться понад 37 млрд доларів. Водночас дорогі й заходи з відновлення родючості ґрунтів. Для його пришвидшення застосовують консервацію земельних ділянок (її порядок визначений у Постанові уряду №35 від 19 січня 2022 року) та їхню рекультивацію. Рекультивація ж означає активне очищення ґрунту за допомогою технічних і біотехнологічних заходів. Їхнє проведення дуже дороге. У звіті «Екодії» наводять, приміром, такі дані:

- фітосанація ґрунту (тобто його оброблення за допомогою рослин, що



зменшують концентрацію забруднювача або поглинають його): коштує від 150 доларів до 250 тисяч доларів за 1 га;

- хімічне вилуговування (промивання): коштує від 30 доларів до 300 доларів за 1 кубічний метр ґрунту;

- хімічне окислення/відновлення: коштує від 200 до 500 доларів за тону обробленого ґрунту без урахування затрат на аналітичні дослідження;

- захоронення відходів (поховання їх під землю в спеціально створені виїмки, покинуті вугільні шахти тощо): коштує від мільйона доларів за 1 тону [14].

Фінансування рекультиваційних заходів може вимагати комплексного підходу, що враховує інтереси всіх зацікавлених сторін. Застосування зручних та ефективних методів, співпраця різних секторів суспільства та урядові стимули можуть допомогти подолати фінансові труднощі та забезпечити успішну рекультивацію українських земель [15-17].

Висновки.

Проведене дослідження засвідчує, що воєнні дії спричинили багатовекторний і довготривалий негативний вплив на ґрунтовий покрив України, що суттєво ускладнює його подальше використання у сільськогосподарському виробництві. Різноманіття форм забруднення та деградації ґрунтів зумовлює необхідність комплексного підходу до їх відновлення, який має поєднувати як техногенні, так і природоорієнтовані методи рекультивації. Кожен із наявних підходів характеризується специфічними можливостями та обмеженнями, а їх ефективність значною мірою залежить від рівня пошкодження ґрунтів, екологічних умов конкретної території та наявних фінансових ресурсів.

Застосування технологій вилучення забрудненого ґрунту, його очищення або біологічної ремедіації за допомогою рослин може забезпечити поступове відновлення продуктивних та екологічних функцій земель, однак потребує



значних організаційних і фінансових зусиль. У цьому контексті особливого значення набуває раціональний вибір методів рекультивації з урахуванням їх економічної доцільності та довгострокового ефекту. Важливою передумовою успішної реалізації відновлювальних заходів є координація зусиль державних органів, міжнародних інституцій, наукової спільноти та місцевих громад, що дозволить залучити необхідні ресурси й забезпечити системність дій.

Окрему роль у процесі відновлення порушених земель відіграє консервація ґрунтів як інструмент тимчасового вилучення їх з господарського використання. Такий підхід створює умови для природного відновлення екосистем, стабілізації ґрунтових процесів і поступового відновлення родючості без додаткового техногенного навантаження. Ефективність консервації значною мірою визначається її інтеграцією у загальну стратегію сталого управління земельними ресурсами, яка поєднує екологічні пріоритети з соціально-економічними потребами суспільства.

Отже, відновлення ґрунтового покриву України у післявоєнний період має розглядатися як довгострокове завдання загальнодержавного значення. Його реалізація потребує науково обґрунтованих рішень, ефективної екологічної політики та широкого суспільного залучення з метою збереження родючості ґрунтів, забезпечення продовольчої безпеки та формування передумов для сталого розвитку аграрного сектору.



- agro-industrial waste for biofuel production. *Biotechnology of the 21st century: materials of the 19th International scientific and practical conference*, 16 May 2025. Kyiv: Igor Sikorsky KPI, 2025. P. 222-225.
37. Xu, J., Xu, J., Zhang, S., Xia, J., Liu, X., Chu, X., & Li, X. (2018). Synergistic effects of metal salt and ionic liquid on the pretreatment of sugarcane bagasse for enhanced enzymatic hydrolysis. *Bioresource technology*, *249*, 1058-1061.
38. Shen, X. J., Wen, J. L., Mei, Q. Q., Chen, X., Sun, D., Yuan, T. Q., & Sun, R. C. (2019). Facile fractionation of lignocelluloses by biomass-derived deep eutectic solvent (DES) pretreatment for cellulose enzymatic hydrolysis and lignin valorization. *Green chemistry*, *21*(2), 275-283.
39. Barbash, V. A., Yaschenko, O. V., & Shniruk, O. M. (2017). Preparation and properties of nanocellulose from organosolv straw pulp. *Nanoscale Research Letters*, *12*(1), 241.
40. Li, J., Gellerstedt, G., & Toven, K. (2009). Steam explosion lignins; their extraction, structure and potential as feedstock for biodiesel and chemicals. *Bioresource technology*, *100*(9), 2556-2561.
41. Sundaram, V., Muthukumarappan, K., & Gent, S. (2017). Understanding the impacts of AFEX™ pretreatment and densification on the fast pyrolysis of corn stover, prairie cord grass, and switchgrass. *Applied biochemistry and biotechnology*, *181*(3), 1060-1079.
42. Wan, C., & Li, Y. (2011). Effect of hot water extraction and liquid hot water pretreatment on the fungal degradation of biomass feedstocks. *Bioresource Technology*, *102*(20), 9788-9793.
43. Sharma, H. K., Xu, C., & Qin, W. (2019). Biological pretreatment of lignocellulosic biomass for biofuels and bioproducts: an overview. *Waste and Biomass Valorization*, *10*(2), 235-251.

Chapter 5.

1. Площа замінованих територій в Україні скоротилася на понад 20%.
<https://ua.news/ua/ukraine/ploshcha-zaminovanikh-teritorii-v-ukrayini->

skorotilasias-na-ponad-20-shmigal

2. Зайцев Ю.О., Грищенко О.М., Романова С.А., Зайцева І.О. Вплив бойових дій на вміст валових форм важких металів у ґрунтах Сумського та Охтирського районів Сумської області. *Агроекологічний журнал*. 2022. №3. С. 136–149. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266419>
3. Балюк С., Кучер А. Національне багатство України – чорноземи – під загрозою знищення. *Голос України*. 2022. № 245. URL: <http://www.golos.com.ua/article/366511>
4. Кравченко О., Василюк О., Войціховська А., Норенко К. Дослідження впливу військових дій на довкілля на сході України. *Схід*. 2015. № 2. С. 118123. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Skhid_2015_2_23
5. Лісова Н. Вплив військових дій в Україні на екологічний стан території. *Наукові записки*. 2017. № 2. С. 165–173. URL: <http://nzg.tnpu.edu.ua/article/view/157493/156777>
6. Weber, A.K., Bannon, D.I., Abraham, J.H., Seymour, R.B., Passman, P.H., Lilley, P.H., Parks, K.K., Braybrooke, G., Cook, N.D., Belden, A.L., 2020. Reduction in lead exposures with lead-free ammunition in an advanced urban assault course. *J. Occup. Environ. Hyg.* 17 (11–12), 598–610. DOI: <https://doi.org/10.1080/15459624.2020.1836375>
7. Takahashi, K., Preetz, H., Igel, J., 2011. Soil properties and performance of landmine detection by metal detector and ground-penetrating radar — soil characterisation and its verification by a field test. *J. Appl. Geophys.* 73, 368–377.
8. Gillies, J.A., Kuhns, H., Engelbrecht, J.P., Uppapalli, S., Etyemezian, V., Nikolich, G., 2007. Particulate emissions from U.S. Department of Defense artillery backblast testing. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 57 (5), 551–560. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.57.5.551>
9. Іванова В. Фізико-хімічні властивості солонців території Запорізької області // Іванова В., Тутова А., Кілімова О., Черкез М., Голубєва К./ The VII International Scientific and Practical Conference «Innovative trends in science, practice and education», February 22 – 25, 2022, Munich, Germany. P.138-142.



- URL: <http://eprints.mdpu.org.ua/id/eprint/12981/1/Іванова.pdf>
10. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. URL: <https://dsns.gov.ua>
11. Оновлена щотижнева інфографіка про збитки, завдані довкіллю внаслідок збройної агресії РФ станом на 09.01.2026. URL: https://www.dei.gov.ua/post/3428?utm_source=chatgpt.com
12. 7 головних питань і відповідей після підриву Каховської ГЕС. URL: <https://uifuture.org/publications/7-golovnyh-pytan-i-vidpovidej-pislya-pidryvu-кахovskoyi>
13. Наслідки підриву Каховської дамби: скільки грошей потрібно на часткове відновлення сільгоспземель. URL: <https://www.unian.ua/economics/agro/naslidki-pidryvu-ges-skilki-groshey-potribno-na-chastkove-vidnovlennya-silgospzemel-12292380.html>
14. Боєприпаси проти родючих ґрунтів: чому Україна може втратити статус ґодувальниці світу. URL: <https://nikvesti.com/ru/articles/273906>
15. Бойко М.О., Гальчук І. Вплив бойових дій на родючість українських ґрунтів. *Міжнародна науково-практична конференція «Моніторинг ґрунтів: пріоритети досліджень для сприяння відновленню України»* (4 грудня 2023 року м. Київ).
16. Бойко М.О. НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ВІД СПАЛЮВАННЯ РЕШТОК ВРОЖАЮ. Аграрна наука і освіта: історичний екскурс, сучасна парадигма, стратегія розвитку: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках IX наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2024», 15 березня 2024 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. Обухів: Друкарня ФОП Гуляєва В.М., 2024. С. 26-28. URL: <http://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/9220?show=full>
17. Бойко М.О. Точне землеробство як чинник забезпечення екологічної стійкості та захисту ґрунтів. *Аграрні інновації*. № 22. 2023. С.15-19 DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.22.2>
18. Бойко М.О. Военні дії як фактор деградації ґрунтів та виклики для аграрного сектору України. Євроінтеграційний вектор розвитку агроєкосистем в



Україні: глобальні виклики та перспективи [Електронний ресурс] : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 05 червня 2025 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Харків, 2025. С. 8-9. URL: <https://dspace.ksaeu.kherson.ua/handle/123456789/11353?show=full>

Chapter 6.

1. Володимир Іванович Вернадський і Україна. Т. 1, кн. 2: В.І. Вернадський. Вибрані праці / уклад. О.С. Онищенко, В.М. Даниленко, Л.А. Дубровіна та ін. Київ, 2011. 584 с.
2. Дослідження геному: необхідність та перспективи [Електронний ресурс]. URL: <https://www.bsmu.edu.ua/blog/4465-doslidzhennya-genomu-neobhidnist-ta-perspektivi/> (дата звернення 22.01.2026)
3. Білоконь С.В. Основи біоетики та біобезпеки. Одеса: Вид-во ОНУ імені І.І. Мечникова, 2017. 155 с.
4. Прорив у науці: геном людини повністю розшифрували [Електронний ресурс]. 2021. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3258284-proriv-u-nauci-genom-ludini-povnistu-rozsifruvali.html> (дата звернення 25.01.2026)
5. Біоетика: від теорії до практики. Київ: ВД «Авіцена», 2021. 144 с.
6. Asimov's Guide to Science. New York: Basic Books, 1972. 945 p.
7. Поляков М. Ноосфера Володимира Вернадського: концепція, яка змінила розуміння місця людини у всесвіті [Електронний ресурс]. 2025. URL: <https://maxpolyakov.com/ua/noosfera-volodimira-vernadsckogo-koncepciya-yaka-zminila-rozuminnya-miscya-lyudini-u-vsesviti/> (дата звернення 22.01.2026).
8. Максименко О.О. Концепція ноосфери у працях В.І. Вернадського та П. Тейяр де Шардена. *Актуальні проблеми психології*. 2019. №10. С. 222-229.
9. Булатов М. О., Малєєв К. С., Загороднюк В. П., Солонько Л. А. Філософія ноосфери. Київ: Наукова думка, 1995. 150 с.
10. Амосов Н.М. Энциклопедия Амосова. Алгоритм здоровья. Киев, 2020. 672 с.
11. Буряк В. В. Основи вчення про ноосферу. Сімферополь: ДІАЙПІ, 2010. 126 с.