

---

# ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

---

## ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.3.054:504.064.3:355.01

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.35>

---

### ОЦІНКА РОЗМІРУ ШКОДИ ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ, СПРИЧИНЕНА ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ

---

**Валерко Р.А.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології,

Поліський національний університет

**Герасимчук Л.О.** – к.с.-г.н.,

доцент кафедри екології,

Поліський національний університет

**Примера І.О.** – провідний інженер з охорони екосистем відділу державної охорони

природно-заповідного фонду Чорнобильського радіаційно-екологічного

біосферного заповідника,

студентка I курсу магістратури факультету лісового господарства та екології,

Поліський національний університет

Результатами військових дій, які наразі проходять на території України внаслідок повномасштабного вторгнення російської федерації, є не лише людські втрати, а й непоправна шкода для усіх об'єктів навколишнього середовища – атмосферного повітря, ґрунтового покриву, водних ресурсів, біорізноманіття тощо, наслідки якої зберігаються ще тривалий час після закінчення конфлікту. Найбільшого негативного впливу зазнає атмосферне повітря, у яке внаслідок вибухів, пожеж та обстрілів, надходить велика кількість забруднюючих речовин, що є небезпечними як для здоров'я людини і усіх живих організмів, так і для зміни клімату, оскільки вуглекислий газ та водяна пара, які виділяються у великих кількостях, є парниковими газами.

Для фіксації екологічних злочинів, яких наразі виявлено більше ніж 250 по всій території держави, та нарахування збитків від них Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України затверджена «Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди», яка дозволяє нараховувати шкоду за забруднення атмосферного повітря забруднюючими речовинами, що виділяються під час горіння складів паливно-мастильних матеріалів, лісових пожеж та інших пожеж, спричинених військовою агресією.

У результаті проведених розрахунків загальна маса забруднюючих речовин, що були викинуті у атмосферне повітря м. Житомира внаслідок ворожого обстрілу нафтобази 07 березня 2022 року, становила 6925,02 т, із яких 99,6 % становив вуглекислий газ. Крім того, великі кількості мас були зафіксовані для чадного газу – 12,6 т, твердих речовин – 5,2 т, неметанових летких органічних сполук – 3,6 т, оксиду азоту – 2,8 т та оксиду цинку – 1,04 т. А загальна сума збитків за скоєний екологічний злочин становить 99 895 107 грн.

**Ключові слова:** військові дії, атмосферне повітря, викиди, забруднюючі речовини, пожежа, нафтопродукти.

---

**Valerko R.A., Herasymchuk L.O., Prymera I.O. Assessment of the extent of environmental damage caused by military actions**

*The results of armed hostilities currently taking place in Ukraine as a result of the full-scale invasion of the Russian Federation are not only human losses, but also irreparable damage to all the environment, namely air, soil, water resources, biodiversity, etc., consequences of which persist for a long time after the conflict. The greatest negative impact is on the air, which, as a result of explosions, fires and shelling, receives a large amount of pollutants that are dangerous to human health and all living organisms, and to climate change, as carbon dioxide and water vapor, which are emitted in large quantities, are greenhouse gases.*

*To record environmental crimes, more than 250 of which are currently detected throughout the country, and assess losses, the Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine approved 'Methodology for calculating fugitive emissions of pollutants or mixtures of such substances into the air due to emergencies and / or during martial law and determining the extent of damage'; it allows us to calculate the damage from air pollution by pollutants released during the combustion of fuel and lubricants, forest fires and other fires caused by military aggression.*

*As a result of the conducted calculations, the total mass of pollutants emitted into the air of the city of Zhytomyr as a result of enemy shelling of the oil depot on March 7, 2022, amounted to 6925.02 tons, of which 99.6% was carbon dioxide. In addition, large amounts of mass were recorded for carbon monoxide – 12.6 tons, solids – 5.2 tons, non-methane volatile organic compounds – 3.6 tons, nitric oxide – 2.8 tons and zinc oxide – 1.04 tons. Total losses because of the committed ecological crime sum up to 99 895 107 UAH.*

**Key words:** military actions, atmospheric air, emissions, pollutants, fire, oil products.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями.** Війни та бойові дії викликають не лише страждання людства, збитки внаслідок руйнування та пошкодження об'єктів інфраструктури, а й значні пошкодження та деградацію навколишнього середовища, наслідки яких зберігаються ще тривалий час після закінчення конфлікту.

Найбільший негативний вплив під час воєнних дій фіксується для атмосферного повітря. Внаслідок обстрілів об'єктів промисловості та інфраструктури виникають пожежі, які забруднюють атмосферне повітря шляхом надходження токсичних газів і твердих частинок. Під час вибухів та обстрілів утворюється велика кількість хімічних сполук, зокрема: чадний та вуглекислий гази, водяна пара, бурий газ, закис та діоксид азоту, формальдегід, більшість з яких окиснюються, а продукти хімічних реакцій вивільняються у атмосферу. Можливі виникнення процеси зміну клімату, оскільки вуглекислий газ і водяна пара є парниковими газами. Кислотні дощі можуть бути спричинені викидом у атмосферу оксидів азоту і сірки, наслідками яких є зміни рН ґрунту, опіки рослин, особливо хвойних насаджень, негативний вплив на організм людини, ссавців і птахів, через слизові тканини та органи дихання [1].

Проте, через проблеми, які пов'язані із проведенням досліджень у місцях бойових дій, таких як, наприклад, обмежений доступ, небезпечні умови, інформація про воєнний вплив на довкілля відносно скудна і часто вивчається через роки після припинення воєнних дій. Крім того, не вся інформація може бути озвучена публічно з тактичною метою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор.** Вплив військових конфліктів на стан навколишнього середовища цікавить дослідників усього світу [2–4], оскільки їх наслідки стосуються усіх об'єктів біосфери, зокрема впливають на якість повітря та викиди парникових газів [5], біорізноманіття [1], ґрунти та ландшафтну морфологію [6], наявність і якість води [7], екосистемні послуги [8]. Ступінь впливу воєнних дій на екосистему та складові її популяції цілком залежить від характеру порушень, чутливості біологічної системи, у тому числі її стійкості, та часових масштабів впливу [9]. Крім того, існує думка, що деградація довкілля

призводить до збільшення дефіциту природних ресурсів та, відповідно, буде сприяти збільшенню збройних конфліктів [10].

Наслідки військових дій на довкілля східної частини України описані у працях Василюк О.В. та інші [11], Михненко В. [12], Медведєвої М.О. і Короткого Т.Р. [13] тощо.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Для уникнення подальшого погіршення ситуації, що сталася внаслідок проведення бойових дій на території України, та відновлення екосистем до безпечного стану необхідним є створення ефективної системи моніторингу довкілля, яка б дозволила фіксувати реальний об'єм шкоди, що завдана об'єктам навколишнього середовища. З метою фіксації екологічних злочинів та нарахування збитків від них наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 175 від 13 квітня 2022 року була затверджена «Методика розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди» [14], використання якої дозволяє Державній екологічній Інспекції України та її територіальним та міжрегіональним органам нараховувати шкоду за забруднення атмосферного повітря забруднюючими речовинами, які виділяються під час горіння складів паливно-мастильних матеріалів, лісових та інших пожежах спричинених військовою агресією.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Таким чином, метою даного дослідження є розрахунок маси забруднюючих речовин, що надійшли у атмосферне повітря та оцінка збитків за забруднення атмосферного повітря внаслідок пожеж, які спровоковані військовими діями на території м. Житомира.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Російсько-українська війна викликала цунамі, яке вплинуло на світову економіку, геополітику та продовольчу безпеку. Крім надзвичайної гуманітарної ситуації на території нашої країни існує також вірогідність виникнення екологічної катастрофи внаслідок інтенсивних бойових дій. Наразі, уже є свідчення серйозного забруднення повітря та викидів парникових газів у результаті жорстоких боїв. Крім того, бойові дії велись у районі Запорізької атомної електростанції, яка є найбільшою у Європі, та Чорнобиля, що посилює радіаційну небезпеку. Біорізноманіття значно страждає через інтенсивну вирубку лісів та знищення середовища існування, що є потенційними наслідками для дикої природи. Бомбардування, виривання траншей і тунелів негативно впливає на деградацію ґрунту та морфологію ландшафту. А оскільки Україна має чорноземи, що є найбільш родючими ґрунтами, а це, у свою чергу, впливає на виробництво продуктів харчування, деградація ґрунтового покриву набуває особливого значення. Доступність та якість води стають проблемними через руйнування інфраструктури та надходження забруднюючих речовин. Екосистемні послуги пошкоджені, оскільки вирубка лісів знизить здатність екосистем регулювати забруднення повітря або клімат. Деградація ґрунтів буде перешкоджати виробництву продуктів харчування, а естетика ландшафту, культурна спадщина і руйнування соціальної згуртованості вплинуть на культурні послуги. І нарешті, вплив на здоров'я людини уже є масштабним, що спричинено високими рівнями забруднення довкілля та погіршенням санітарних умов [8].

Усі вище наведені порушення характеризуються як екологічні злочини проти довкілля або екоцид, особливо тяжкою формою якого є воєнний екоцид, а саме порушення природних екосистем у результаті бойових дій.

Важливу роль у розслідуванні та фіксації екологічних злочинів відіграє Державна екологічна інспекція України, до повноважень якої входить нарахування збитків за забруднення довкілля. Для фіксації, упорядкування інформації та формування єдиного реєстру збитків, заподіяних довкіллю внаслідок вторгнення російської федерації на територію України, 01 березня 2022 року було створено оперативний Штаб, на базі якого створено Робочу групу, до якої увійшло понад 60 фахівців, науковців, експертів, що працюють за напрямками: атмосферне повітря; ґрунти; забруднення та засмічення земель, поводження з відходами; водні ресурси; надра; ліс та ПЗФ; біоресурси; радіація (ЧАЕС та зона відчуження). Наразі членами Робочої групи здійснюється дослідження міжнародного досвіду зі збору доказової бази та практики розгляду міжнародними інстанціями спорів із довкіллевою складовою з метою створення якісної та обґрунтованої методики, що буде прийнята як належна у міжнародних судах, та стане основою для подальшого стягнення репарацій.

Згідно «Методики розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди» фактичним забрудненням атмосферного повітря вважається у разі, коли внаслідок надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану, від джерела викиду в атмосферне повітря здійснено неорганізований викид забруднюючих речовин або сумішей таких речовин. А факти такого викиду та їх масштаби встановлюються уповноваженими особами, які здійснюють державний нагляд (контроль) у сфері охорони навколишнього природного середовища, зокрема, але не виключно, шляхом огляду місця події, даних дистанційного зондування землі, лабораторних досліджень атмосферного повітря, опрацювань висновків будь-яких експертиз, пояснення, довідок, документів, матеріалів, відомостей, отриманих з будь-яких джерел, оперативних повідомлень фізичних та юридичних осіб тощо [14].

Розрахунок маси неорганізованих викидів здійснюється за трьома формулами на основі інформації про масу згорілої речовини та/або площі пожежі, а також для лісових пожеж (рис. 1).

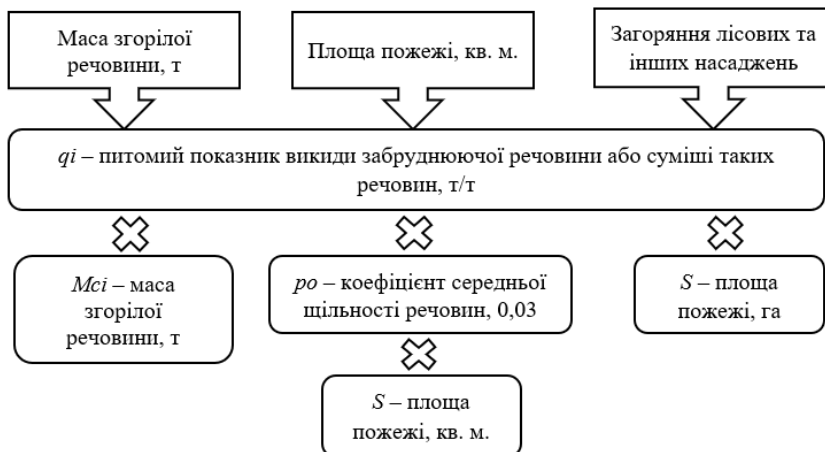


Рис. 1. Формули розрахунку маси неорганізованих викидів (побудовано за даними [14])

Розмір шкоди обчислюється на основі отриманих величин маси неорганізованих викидів, ставки податку та відповідних коефіцієнтів (рис. 2).

Загальний розмір шкоди, розраховується як сума розмірів шкоди, за неорганізований викид в атмосферне повітря за сумарним показником кожної забруднюючої речовини або сумішей таких речовин [14].

Актуальність даного дослідження не викликає сумніву, оскільки, натепер російська армія здійснила в Україні понад 250 екологічних злочинів, найбільша кількість яких зафіксовано на Київщині – 34, Донеччині – 27 та Дніпропетровщині – 22. Не виключенням є й територія Житомирської області, де уже зруйновано 2 нафтобази, знищено пожежами та пошкоджено сотні гектарів лісових угідь.

За даними Державної екологічної інспекції України та Державної служби надзвичайних ситуацій України 07 березня 2022 року після навмисних авіаударів російської федерації у місті Житомир було пошкоджено нафтобазу, на території якої знаходилося 9 резервуарів нафтопродуктів. У результаті бомбардування було пошкоджено ємності з дизельним паливом масою 800 т та ємності із бензином марки А-92 масою 500 т [15].

У результаті розрахунку маси неорганізованих викидів забруднюючих речовин, що спричинені пожежою від горіння нафтопродуктів, у атмосферне повітря м. Житомира було викинуто 6925,02 т забруднюючих речовин, 99,6 % із яких становить вуглецю діоксид (рис. 3).

Крім того, у атмосферне повітря міста надійшло 12,6 т чадного газу, 5,2 т твердих речовин, 3,6 т неметанових летких органічних сполук, 2,8 т оксиду азоту, 1,04 т оксиду цинку та інші забруднюючі речовини (табл. 1).

Таким чином, відповідно методики загальний розмір збитку для атмосферного повітря м. Житомира, що спричинений пожежою нафтопродуктів, становить

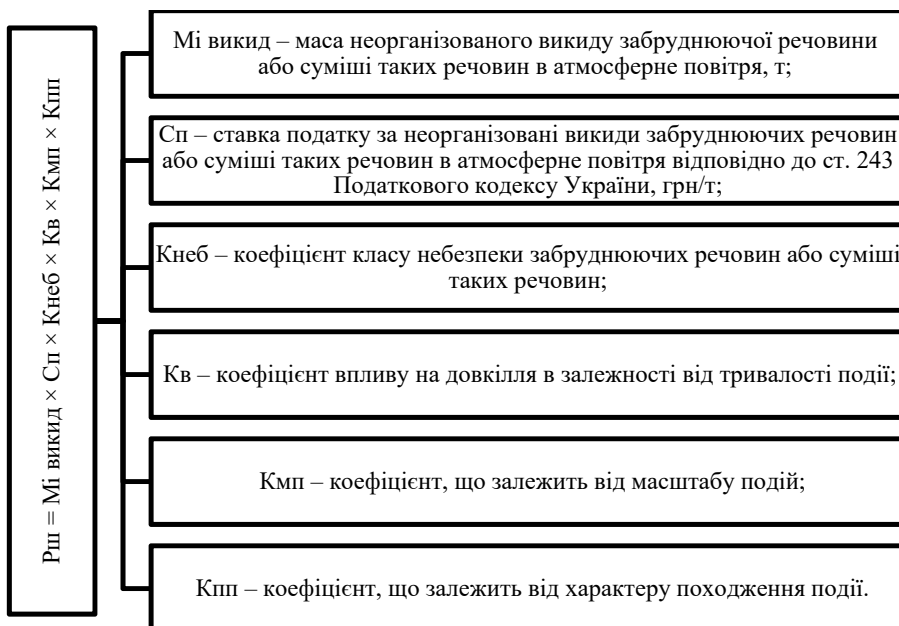


Рис. 2. Визначення розмірів шкоди, завданої атмосферному повітряю (побудовано за даними [14])



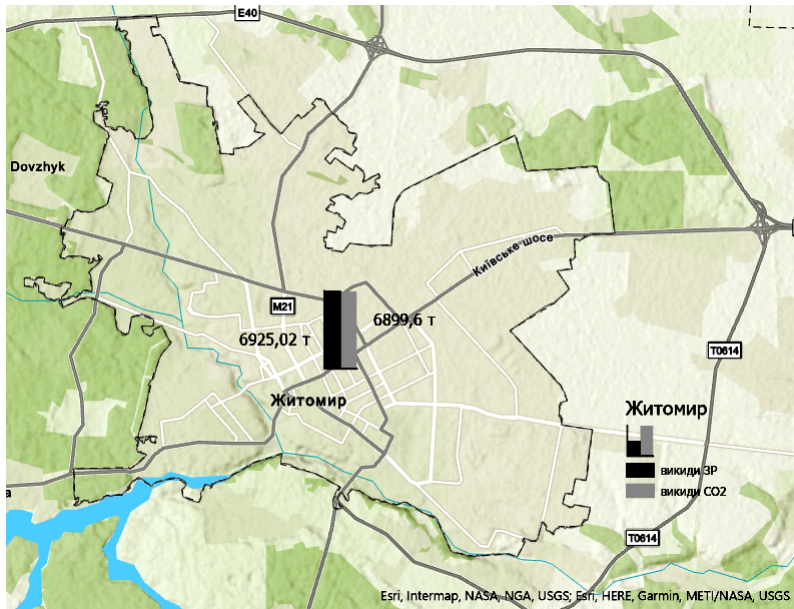


Рис. 3. Маса забруднюючих речовин, що надійшла у повітря м. Житомира внаслідок пожежі на нафтобазі, т

Таблиця 1  
Розрахунок маси забруднюючих речовин та розмір шкоди для атмосферного повітря м. Житомира

Назва забруднюючих речовин		Викид, т	Розмір шкоди, грн
1	2	3	4
NO <sub>x</sub>	Азоту оксид	2,8	3243781,8
NH <sub>3</sub>	Аміак	0,006	869,11
SO <sub>x</sub>	Ангідрид сірчистий	0,026	30120,83
CO <sub>2</sub>	Вуглецю діоксид	6899,6	62096400
CO	Вуглецю оксид	12,6	366622,2
NM VOC	НМЛОС	3,6	157140
ОКВЧ + PM10 + PM2,5 (Сажа)	Тверді речовини	5,2	226956,6
Pb	Свинець і його неорганічні сполуки (у перерахунку на свинець)	0,0098	802089,62
Cd	Кадмію оксид (у перерахунку на кадмій)	0,04	611286,9
Hg	Ртуті оксид (у перерахунку на ртуть)	0,0094	769351,27
As	Миш'як, неорганічні сполуки (у перерахунку на миш'як)	0,0076	19229,16
Cr	Хром шестивалентний (у перерахунку на триоксид хрому)	0,0026	134771,09
Cu	Міді оксид (у перерахунку на мідь)	0,0032	8096,49

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Ni	Нікелю оксид (у перерахунку на нікель)	0,076	4734037,87
Se	Селену діоксид (у перерахунку на селен)	0,0008	11047,94
Zn	Цинку оксид (у перерахунку на цинк)	1,04	294053,76
Benzo(a)pyrene	Бенз(а)пірен	0,0000000604	148,46
Всього		6925,02	99 895 107

99 895 107 грн. Велику роль в розслідуванні злочинів проти довкілля, які не можуть бути замовчені, а особи, винні у них, покарані, відіграє екологічна Інспекція, оскільки до її повноважень відноситься нарахування шкоди за забруднення навколишнього природного середовища.

**Висновки з даного дослідження та перспективи подальшого розвитку в цьому напрямі.** Отже, внаслідок пожежі на нафтобазі м. Житомира у атмосферне повітря було викинуто 6925,02 т забруднюючих речовин, а загальна сума збитків, розрахована відповідно до методики, становила 99 895 107 грн.

Перспективою подальших досліджень є реальна оцінка завданих державі збитків внаслідок військових дій за забруднення усіх об'єктів довкілля, яку вдасться зробити лише після завершення активних бойових дій. Тому наразі важливо фіксувати злочини проти довкілля, аби надалі мати змогу судити агресора за дії, які в окремих регіонах України є тотальним геноцидом українського народу та екоцидом природних ресурсів України, що може призвести до екологічних катастроф регіонального, державного та світового рівня.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України / Екодія. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html>
2. Reuveny R., Mihalache-O'Keef A. S., Li, Q. The effect of warfare on the environment. *Journal of Peace Research*. 2010. 47(6). P. 749–761. <http://www.jstor.org/stable/20798961>
3. Lawrence M. J., Stemberger H. L.J., Zolderdo A. J., Struthers D. P., Cooke S. J. The effects of modern war and military activities on biodiversity and the environment. *Environmental Reviews*. 2015. 23(4). P. 443–460. <https://doi.org/10.1139/er-2015-0039>
4. Aung T. S. Satellite analysis of the environmental impacts of armed-conflict in Rakhine, Myanmar. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 781. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146758>
5. Solomon N., Birhane E., Gordon C., Haile M., Taheri F., Azadi H., Scheffran J. Environmental impacts and causes of conflict in the Horn of Africa: A review. *Earth-Science Reviews*. 2018. 177. P. 284–290. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.11.016>
6. Baumann M., Kuemmerle T. The impacts of warfare and armed conflict on land systems. *Journal of Land Use Science*. 2016. 11:6. P. 672–688. doi: 10.1080/1747423X.2016.1241317
7. Schillinger J., Özerol G., Güven-Griemert Ş., Heldeweg M. Water in war: Understanding the impacts of armed conflict on water resources and their management. *WIREs water*. 2020. Vol. 7. Is. 6. <https://doi.org/10.1002/wat2.1480>
8. Pereira P., Bašić F., Bogunovic I., Barcelo D. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 837. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865>

9. Warren S. D., Holbrook S. W., Dale D. A., Whelan N. L., Elyn M., Grimm W., Jentsch A. Biodiversity and the heterogeneous disturbance regime on military training lands. *Restor. Ecol.* 2007. 15(4). P. 606–612.

10. Gleditsch N.P. Armed Conflict and the Environment. In: Nils Petter Gleditsch: Pioneer in the Analysis of War and Peace. SpringerBriefs on Pioneers in Science and Practice. 2015. Vol 29. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-03820-9\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-03820-9_6)

11. Vasyliuk O. V., Nekrasova O. D., Shyriaieva D. V., Kolomytsev G. O. A Review of Major Impact Factors of Hostilities Influencing Biodiversity in the Eastern Ukraine (Modeled on Selected Animal Species). *Vestnik zoologii.* 2015. 49(2). P. 145–158. doi: 10.1515/vzoo-2015-0016

12. Mykhnenko V. Causes and Consequences of the War in Eastern Ukraine: An Economic Geography Perspective. *Europe-Asia Studies.* 2020. 72:3. P. 528–560. doi: 10.1080/09668136.2019.1684447

13. Medvedieva M. O., Korotkyi T. R. Responsibility for the environmental damage caused during the armed conflict between Ukraine and the Russian Federation: opportunities in the algorithm of protecting national interests. *Actual problems of international relations, Release.* 2019. 139. P. 57–67.

14. Про затвердження Методики розрахунку неорганізованих викидів забруднюючих речовин або суміші таких речовин в атмосферне повітря внаслідок виникнення надзвичайних ситуацій та/або під час дії воєнного стану та визначення розмірів завданої шкоди : Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 13.04.2022 р. № 175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0433-22#Text>

15. Зафіксовані події / Державна екологічна інспекція України. URL: <https://www.dei.gov.ua/posts/2226>

УДК 551.5:634.958

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.126.36>

## ОСОБЛИВОСТІ РАДІАЦІЙНОГО БАЛАНСУ НА СХИЛАХ ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ І В СИСТЕМІ ЛІСОВИХ СМУГ

**Зубов О.Р.** – д.с.-г.н., професор

**Зубов А.О.** – к.т.н., докторант,

Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України

Стаття присвячена розвитку методичних підходів визначення відмінностей радіаційного балансу на крутих схилах техногенних і природних об'єктів та на окремих ділянках сільськогосподарських угідь під впливом лісових смуг. Як об'єкти дослідження використано модельний відвал круглої у плані форми з плоскою вершиною і укосами заданої крутизни та модель системи лісових смуг заввишки  $H$ , м із змінною міжсмуговою відстанню, як предмет дослідження – відмінності інсоляції на відвальних схилах різних експозицій та в зонах різної віддаленості від лісових смуг різного напрямку протягом вегетаційного періоду. Показано розроблену методику визначення відносної інсоляції на крутих схилах різних експозицій, яка дозволяє, змінюючи вихідні параметри, такі як крутість схилу, висоту сонця і азимут напрямку на нього, визначати широтні та часові відміни інсоляції. Методика заснована на алгоритмі, розгорнутому в програмі Excel з використанням запропонованих авторами формул та актинометричних вимірювань і враховує цюгодинну