

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АГРОБІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Допускається до захисту
Зав. кафедри геодезії, землеустрою та
інженерії безпілотних технологій
_____ к.е.н., доцент Т.М. Сіроштан

«09» грудня 2025 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

НА ТЕМУ:
**ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЯК ОСНОВА ДЛЯ РОЗРОБКИ
СТРАТЕГІЙ РЕАГУВАННЯ НА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РОСІЙСЬКО-
УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ**

Виконав(ла) Ворожбит Артем Васильович

Керівник к.е.н., доц. Сіроштан Т.М.

Рецензент к.е.н., доц. Камінецька О.В.

Я, Ворожбит Артем Васильович, засвічую, що кваліфікаційну роботу виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

РЕФЕРАТ

Ворожбит Артем Васильович

«Геопросторовий аналіз як основа для розробки стратегій реагування на екологічні наслідки російсько-української війни»

Пожежі, спричинені війною, призводять до шкідливого забруднення повітря. Стовпи диму над цивільними районами складаються з токсичних газів і твердих частинок. Там, де зберігається звичайна зброя, є перебільшення важких металів і енергетичних матеріалів.

Через збільшення забруднення через бомбардування та будівельні пожежі, викликають додаткові проблеми зі здоров'ям, які можуть бути серйозними наслідки для місцевого та регіонального населення. У менших масштабах джерелами забруднення є також згорілі танки, транспортні засоби, збиті літаки та інші залишки бойових дій. Там, де об'єкти експлуатуються протягом багатьох років, нові джерела забруднення можуть бути засновані на існуючому військовому забрудненні. [1]

Стійкий розвиток суспільства неможливий без стабільного стану природного середовища. Кількість повітря, що проходить за добу через легені людини без будь-якого попереднього очищення, становить 13-15 кілограмів, що у 6-7 разів перевищує кількість води, яку споживає людина. Ці цифри вказують на необхідність контролю якості повітряного середовища як довкілля людини.

Актуальністю цієї теми і те, що оцінка рівня забруднення атмосфери проводиться за індексом забруднення атмосфери. Цей метод не є досить гнучким. Розрахунок індексу забруднення атмосфери ґрунтується на припущенні, що при значеннях на рівні гранично допустимої концентрації всі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину, використовуючи чіткі межі, які залежать від класу речовини.

Починаючи з 2014 року, у зв'язку з перевищенням у 2-4 рази показників хімічних сполук, які потрапляють в атмосферу при пожежах цивільної

інфраструктури, виникає підвищена небезпека для людини та її життєдіяльності.

Метод, який розроблятиметься в даному проекті, надає можливість більш точно оцінити ступінь забруднення атмосфери завдяки інтервальним оцінкам.

Об'єктом дослідження є комплексний аналіз основних елементів забруднень атмосфери.

Предметом дослідження є методи визначення порогових значень для оцінки рівня забруднення атмосфери.

Метою дослідження є підвищення оперативності і точності прийняття рішень щодо рівня забруднення атмосфери певними хімічними сполуками у військовий час.

Кваліфікаційна робота магістра містить 56 сторінок, 2 таблиці, 13 рисунків, список використаних джерел із 50 найменувань.

Ключові слова: ГІС аналіз, забруднення атмосфери, цивільна інфраструктура, екологічні наслідки, загальний індекс якості повітря.

ABSTRACT

Vorozhbyt Artem Vasyliovych

"Geospatial analysis as a basis for developing response strategies to the environmental consequences of the Russian-Ukrainian war"

Fires caused by war lead to harmful air pollution. Smoke columns over civilian areas consist of toxic gases and solid particles. Where conventional weapons are stored, there is an overabundance of heavy metals and energetic materials.

Due to increased pollution due to bombings and construction fires, additional health problems are caused, which can have serious consequences for local and regional populations. On a smaller scale, sources of pollution are also burnt tanks, vehicles, downed planes and other remnants of hostilities. Where facilities have been in operation for many years, new sources of contamination may be based on existing military contamination. [1]

Sustainable development of society is impossible without a stable state of the natural environment. The amount of air that passes through a person's lungs per day without any preliminary cleaning is 13-15 kilograms, which is 6-7 times greater than the amount of water consumed by a person. These figures indicate the need to control the quality of the air environment as a human environment.

The relevance of this topic is that the assessment of the level of atmospheric pollution is carried out according to the index of atmospheric pollution. This method is not flexible enough. The calculation of the air pollution index is based on the assumption that at values at the level of the maximum permissible concentration, all harmful substances are characterized by the same effect on humans, using clear limits that depend on the class of the substance.

Since 2014, in connection with a 2-4 times increase in the indicators of chemical compounds that enter the atmosphere during civil infrastructure fires, there is an increased danger for people and their vital activities.

The method that will be developed in this project provides an opportunity to more accurately assess the degree of atmospheric pollution thanks to interval assessments.

The object of the research is a comprehensive analysis of the main elements of atmospheric pollution.

The subject of the study is methods of determining threshold values for assessing the level of atmospheric pollution.

The purpose of the study is to increase the efficiency and accuracy of decision-making regarding the level of atmospheric pollution by certain chemical compounds during wartime.

The master's thesis contains 56 pages, 2 tables, 13 figures, a list of used sources of 50 items.

Key words: GIS analysis, atmospheric pollution, civil infrastructure, environmental consequences, general index of air quality.

ЗМІСТ	8
ВСТУП	
РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В РЕЗУЛЬТАТІ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ	10
1.1. Викиди токсичних речовин та аерозолів від вибухів і пожеж	10
1.2. Ресуспензія ґрунтового пилу та поширення радіонуклідів	14
1.3. Вплив на озоновий шар та кліматичні зміни (глобальний ефект)	16
Висновки до 1 розділу	19
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ	21
2.1. Методи визначення ступеня забруднення атмосфери	21
2.2. Розрахунок ступеня забруднення атмосфери	22
2.3. Використання геопросторового аналізу для мінімізації екологічних загроз	31
Висновки до 2 розділу	35
РОЗДІЛ 3. ВИКОРИСТАННЯ ГІС АНАЛІЗУ ПРИ ОЦІНЦІ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПІД ЧАС ВІЙНИ	37
3.1. Досвід європейських країн у впровадженні та використанні загального індексу якості повітря	37
3.2. Характеристика загального індексу якості повітря (CAQI)	41
3.3. Використання ГІС аналізу при оцінці рівня забруднення атмосфери під час війни	43
Висновки до 3 розділ	48
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	51

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розроблена методика визначення ступеня небезпеки була адаптована для трьох хімічних елементів: сірчистий ангідрид, діоксид азоту, оксид вуглецю на основі алгоритму Мамдані , що дозволяє оцінити комплексний рівень концентрації забруднень в автоматичному режимі.

Складена база продукційних правил дозволяє приймати точніші рішення щодо рівня небезпеки забруднення атмосфери за рахунок використання інтервальних оцінок.

Отримане порогове значення за результатами комплексування викидів трьома хімічними елементами є основою для оперативного прийняття рішень про ступінь небезпеки.

Підвищення оперативності досягається за рахунок побудови шкали оцінювання, в якій на відміну від існуючих мінімальне значення є ПДК. Тому порогове значення ступеня небезпеки дозволяє зробити висновок про найбільш забруднені ділянки місцевості для попередження негативних наслідків.

Розраховані за методикою показники рівня забруднення можуть ефективно використовуватись в геоінформаційних системах та підвищити ефективність прийняття рішень по зменшенню негативного впливу неякісного повітря на людину.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення економічної безпеки*: Постанова Верховної Ради України від 03.03.1998. №188/98-ВР. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/188/98-вр>. – Назва з екрана.
2. *Положення про державну систему моніторингу довкілля*: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р., №391.- 8с. [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/391-98-п>– Назва з екрана.
3. . Mahdavi, B. Salehi, J. Granger, M. Amani, B. Brisco, and W. Huang, “Remote sensing for wetland classification: A comprehensive review,” *GISci. Remote Sens.*, vol. 55, no. 5, pp. 623–658, 2018.
4. *Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій*: Постанова Кабінету Міністрів України від 18.07.1998р. №1099. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1099-98-п>– Назва з екрана.
5. *ERDAS IMAGINE. Практическое руководство TourGuides.* – Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC, 2005. – 735 с.
6. *Стародуб Ю. П.* Інформаційні технології у комп'ютерному моделюванні еколого-геофізичних процесів: навч. посіб./Ю.П.Стародуб, П.П.Урсуляк– Львів: ЛДУ БЖД. – 2013. – 160 с.
7. *Світличний О. О.* Основи геоінформатики/ О.О.Світличний, С.В.Плотницький – Суми: Університетська книга, 2006. – 295 с.
8. *Бурштинська Х.* Гібридна класифікація лісів за космічними знімками високого розрізнення / Х. Бурштинська, Б. Поліщук, О. Фіковська // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць Зах. геодезичного т-ва УТГК–Львів: ЛНУ «Львівська політехніка», 2014.– Вип. 1 (27). – С. 86–93.

9. Lutes J. Accuracy analysis of rational polynomial coefficients for IKONOS imagery // ASPRS Annual Conference Proceedings. - May 2004. Denver, Colorado. – P.34-42.
10. Колб І. Комп'ютерне моделювання елементів історико-культурного ландшафту с.Східниця / І.Колб, Ю.Шкурченко, Л.Дичко// Геодезія, картографія і аерофотознімання. укр. міжвід. наук.-техн. зб. Вип. 71. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2009. – С. 49-59.
11. Боклаг В.А. Зарубіжний досвід у сфері державного управління земельними ресурсами / В.А. Боклаг // Актуальні проблеми державного управління : зб. наук. пр. – Х. : Магістр, 2011. – № 2. – С.392–398
12. Бусуйок Д. Законодавче та правове регулювання моніторингу земель в Україні / Д. Бусуйок // Підприємництво, господарство і право. – 2012. –№ 8. – С. 56-59.
13. Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 14-16 листопада 2012 р. – Миколаїв:КП «Миколаївська обласна друкарня», 2012. – 96 с.
14. Дорожинський О.Л. Фотограметрія / Дорожинський О.Л. Тукай Р. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. - 356 с.
15. Журнал сучасного сільського господарства «Агросектор» №2 (2) 2009.
16. AutoCAD Civil 3D – [Електронний ресурс]/ intelligent design tools. – Режим доступу: \www/ URL: <http://www.idtsoft.ru/?page=c3dfeat> - 2006-2018 рр.
17. CREDO ДОРОГИ 1.9 [Електронний ресурс] /– Режим доступу: \www/ URL: https://credo-dialogue.ru/produkty2/korobochnye-produkty/credo_dorogi.html.
18. Арсеньева Н.О., Крухмальова О.В. Аналіз програмних комплексів автоматизованого проектування автомобільних доріг / *Розвиток інформативних технологій в міському господарстві і будівництві* Комунальне господарство міст, Вип. 140 К. 2018, С. 25-29.

19. Білятинський О.А. Проектування автомобільних доріг. Ч.1: [Підруч. для вищих навч. закл.] / Білятинський О.А., Заворицький В.Й., Старавойда В.П., Хом'як Я.В.– К.:Вища школа, 1997. – 518 с
20. Віват А., Літинський В., Колгунов В., Покотило І. Дослідження точності визначення координат GNSS методом в режимі RTK. *Геодезія, картографія і аерофотознімання*. 2011. №74. С.52-59.
21. Геодезичний енциклопедичний словник. / За ред. Володимира Літинського – Львів: Євросвіт, 2001. – 668 с.
22. Позняк Е. В. Правові засади здійснення моніторингу об'єктів підвищеної небезпеки // Актуальні проблеми становлення і розвитку права екологічної безпеки в Україні: Матеріали наук.- практ. Круглого столу, 28 березня 2014 р., м. Київ / ред. кол. М. В. Краснова [та ін.]; Київський нац. ун-т ім. Т. Шевченка. – Чернівці: Кондратьєв А. В., 2014. – С. 65-68
23. Положення про моніторинг земель, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 р. № 661 / Кабінет Міністрів України // ЗП України. – 1994. – № 1. – Ст. 5. – (Бібліотека офіційних видань)
24. Гофманн-Велленгоф Бернارد. Глобальна система визначення місцеположення (GPS): Теорія і практика. / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Колінз. Переклад з англ. мови за ред. Акад. НАНУ Я.С. Яцківа, -К.:Науковадумка, 1996.–380с.
25. Костецька Я., Пішко Ю., Гешель Д. Залежність точності визначення положення пунктів у супутникових мережах від тривалості сеансів спостережень. *Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва*. Львів: Видавництво Львівської політехніки. - 2011. - Вип. II (22). - С. 96-102.
26. Круглов С. Проектування автомобільних доріг в САПР AutoCAD Civil 3D [Текст] / С. Круглов // САПР и графіка. – 2021. - № 8.
27. Ланьо О.В., Савчук С.Г. Дослідження точності RTK-вимірювань у мережі референсних станцій. *Вісник геодезії та картографії*. – 2012. № 4 (79). – С. 8-13.
28. Про затвердження *Інструкції з топографічного знімання у*

масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-97) [Електронний ресурс]. – Режим доступа: zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0393-98

29. Про затвердження Порядку використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою : наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 р. №509. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/z1646-16>(дата звернення: 20.10.2019)

30. Рій І.Ф., Бочко О.І., Біда О.Ю. Електронні геодезичні прилади: навч. пос. І.Ф.Рій, О.І.Бочко, О.Ю.Біда – Львів: «ГАЛИЧ-ПРЕС», 2021. – 336 с.: іл.

31. Савчук С. А. Заземленюк, А. Піскорівський Експериментальні дослідження точності визначення координат методом RTK з використанням GPRS internet з'єднання. *Сучасні досягнення геодезичної науки виробництва.* – 2009. – вип. I, № 17. – С. 58-69.

32. Савчук С.Г. Проблемні питання під час використання сучасних супутникових технологій визначення координат. *Геодезія, картографія і аерофотознімання.*—Львів: Видавництво Національного університету «Чернівецька політехніка».—2007.—Вип.69.—С.20–33.

33. Kyiv School of Economics (2022) [Електронний ресурс], — Прямий збиток, завданий інфраструктурі України під час війни, сягнув понад 105,5 мільярдів доларів США, <https://kse.ua/about-the-school/news/direct-damage-caused-to-ukraine-s-infrastructure-during-the-war-has-reached-over-105-5-billion/>

34. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів (2022) [Електронний ресурс], «Шкода природним заповідникам та заповідним екосистемам», <https://mepr.gov.ua/en/news/39144.html>.

35. Інструкція про порядок та критерії взяття на державний облік об'єктів, які справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря, видів та обсягів забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря, затверджена наказом Міндовкілля від 10 травня 2002 року № 177. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0061-95>

36. EU4Environment (2022 Forthcoming), «На шляху до зеленої трансформації України: поточний стан у 2021 р. Моніторинг прогресу на основі показників зеленого зростання ОЕСР»

37. Регламент ЄС № 691/2011 від 06 липня 2011 року "Про Європейську систему еколого-економічних рахунків". URL: [http://www.dst.dk/ext/322569151/0/ukraine/UKR_Proposal-amendingCOMMISSION-REGULATION-\(EC\)-No-691_2011-doc](http://www.dst.dk/ext/322569151/0/ukraine/UKR_Proposal-amendingCOMMISSION-REGULATION-(EC)-No-691_2011-doc)

38. ОЕСД/ВОЗ (2015), «Економічна вартість наслідків забруднення повітря для здоров'я в Європі. Чисте повітря, здоров'я та добробут» — Режим доступу: https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impactair-pollution-en.pdf

39. Solarin SA, Al-Mulati U, Ozturk I. Determinants of pollution and the role of the military sector: evidence from a maximum likelihood approach with two structural breaks in the USA. *Environ Sci Pollut Res* 2018;25:30949–33096.

40. Bordeleau G, et al. Environmental impacts of training activities at an air weapons range. *J Environ Qual* 2008;37:308–317.

41. Wang KH та ін. Чи впливають залежність від сирої нафти та викиди CO₂ та військові витрати в країнах-імпортерах нафти? *Енергетична політика* 2021;153:112281.

42. Будзяк О.С. Деградація та заходи ревіталізації земель України. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2014. № 1. С. 57-64.

43. Булгаков В.М., Танчик С.П., Надикто В.Т. Теорія і практика обробітку ґрунту в сучасних умовах. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2015. Вип. 2 (101). С. 30-38.

44. Другак В.М. Екологія землекористування в системі суспільних земельних інтересів України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Вип. 23.17. С. 72-79.

45. Удалов, І. В. Еколого-геологічна оцінка впливу техногенного карстоутворення на навколишнє середовище м. Слов'янськ [Текст] / І. В.

Удалов, О. В. Чубар // Вісник НТУ "ХПІ", Хімія, хімічна технологія та екологія . - 2011. - № 59. - С. 111-118.

46. Індекс забруднення атмосфери // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапшина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 102.

47. 15) Географічна інформація – Еталонна модель: Нац. стандарт України (ДСТУ ISO 19101:2002(E)). – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 65 с.

48. Дистанційне зондування Землі з космосу. Цифрова обробка зображень/ Кашкін В.Б., Сухінін А.І./ Логос, 2001. — 12 с

49. Морозов В. В. Моделювання та прогнозування для проектів геоінформаційних систем / В. В. Морозов, С. Я. Плоткін, М. Г. Поляков та ін. – Херсон : ХДУ, 2007. – 328 с.

50. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: навчальний посібник/ За заг. ред. О.О. Світличного. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. - 295 с.