

**РОЗРОБЛЕННЯ КОНЦЕПТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ БАЗИ
ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ НЕБЕЗПЕЧНИХ ПОХОВАНЬ ТВАРИН,
ЯКІ ЗАГИНУЛИ ВІД СИБІРКИ**

А.А. Москаленко, кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: moskalenko_a@nubip.edu.ua

Т.О. Євсюков, доктор економічних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: ievsiukov_t@nubip.edu.ua

У статті представлено авторський підхід до систематизації і накопичення геопросторових та атрибутивних даних щодо небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки. Сибірка є зоонозним захворюванням, спори якого здатні зберігати життєздатність у ґрунті протягом десятків років і залишатись джерелом потенційної загрози. Поховання тварин, здійснені не у біотермічних ямах (головним чином до 1954 року), не забезпечують належного рівня безпеки: у разі зміщення ґрунтового покриву спори можуть потрапити на поверхню і стати причиною нових випадків захворювання серед диких і свійських тварин, а також інфікування людей. Значна частина таких поховань не має чітко встановлених меж земельних ділянок і встановлених режимів обмеженого використання прилеглих територій, що ускладнює контроль за їхнім станом.

У межах дослідження було структуровано наявні геопросторові та атрибутивні дані про небезпечні поховання і розроблено концептуальну модель бази геопросторових даних, що забезпечує накопичення, структурування й систематизацію даних. Модель побудована з використанням нотації UML та представлена у вигляді діаграми класів, що відображає головні структурні елементи бази даних та їхні атрибути.

Отримані результати можуть бути використані для створення фізичної моделі бази геопросторових даних з обліку (реєстру) земель з небезпечними похованнями тварин, що загинули від сибірки, а також для подальшого розвитку системи моніторингу, планування санітарно-захисних заходів, встановлення режимів обмеженого землекористування та ін.

Ключові слова: база геопросторових даних, концептуальна модель, сибірка.

Актуальність. Господарська діяльність людини є одним з головних чинників, що впливають на стан навколишнього середовища і визначають рівень його безпеки для населення. В результаті антропогенного впливу формуються різноманітні об'єкти, серед яких є такі, що впродовж десятиліть здатні чинити негативний вплив на прилеглі території, тваринний світ і здоров'я людей. До таких небезпечних режимоутворюючих об'єктів належать худобомогильники з похованнями тварин, що загинули від сибірки (головним чином ті поховання тварин, що проведені без використання біотермічних ям). За даними результатів досліджень [1], головна проблема виникнення нових випадків сибірки полягає в неналежній захищеності старих місць захоронень тварин, що здебільшого являють собою звичайні земляні ями й не відповідають вимогам біологічної безпеки. В окремих наукових дослідженнях [1-2] підкреслюється, що спори збудника сибірки відзначаються надзвичайною стійкістю: вони витримують кип'ятіння, дію сухого жару, звичайних дезінфекційних засобів і можуть десятиліттями зберігатись у ґрунті. Водночас, як свідчать дані [3], лише за період з 1999 по 2022 роки в Україні зафіксовано 35 випадків захворювання серед людей. Подібні випадки фіксуються і в країнах Європи, що відображається у щотижневих і щорічних звітах Європейської комісії: зокрема, протягом одного тижня (18-24 вересня 2025 року) зафіксовано п'ять випадків захворювання [4].

Наявні поховання тварин, що загинули від сибірки, залишаються потенційним джерелом біологічної небезпеки. Порушення ґрунтового покриття в таких місцях може призвести до виходу спор на поверхню, що спричинить ризик

зараження диких і свійських тварин, а також становить загрозу для людей, оскільки сибірка є типовим зоонозом. Окрім безпосередньої біологічної небезпеки, існує низка чинників, що підвищують рівень ризику. До таких необхідно віднести відсутність встановлених меж і відповідних інформаційних знаків, невідповідність просторових даних фактичному розташуванню поховань, втрата інформації про такі поховання, проведення різного роду вишукувань або земляних робіт, а також воєнні дії, які спричиняють механічне порушення ґрунтового покриття.

Попередні наукові розробки, зокрема [5], спрямовані на створення моделей геопросторових баз даних для реєстрації та моніторингу випадків сибірки, зосереджувалися переважно на обліку виявлених (підтверджених) випадків захворювання, але не враховували локальні особливості територій і пов'язані з ними ризики. Водночас законодавство Європейського Союзу [6] визначає загальні засади профілактики, виявлення, нагляду й контролю за інфекційними захворюваннями тварин, включно із сибіркою. З огляду на статус кандидата в ЄС, Україна має гармонізувати національне законодавство з європейськими нормами, у тому числі щодо систем реєстрації і документування перебігу інфекційних захворювань тварин.

В цьому контексті створення бази геопросторових даних набуває особливого значення та актуальності, оскільки дозволяє не лише реєструвати нові випадки захворювання, а й накопичувати, структурувати й систематизувати просторові та атрибутивні дані про території з небезпечними похованнями. Така база стане основою для подальшого просторового аналізу, оцінки ризиків поширення хвороби, планування санітарно-захисних заходів і розроблення управлінських рішень у сфері землекористування. Першим кроком на цьому шляху є розроблення концептуальної моделі бази геопросторових даних, яка визначає її структуру, ключові елементи та взаємозв'язки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблематика моделювання баз геопросторових даних у різних галузях, а також дослідження ризиків, пов'язаних із зоонозними інфекціями, є предметом значної кількості наукових

досліджень і публікацій. Зокрема у роботі [2] наведено детальний аналіз штамів збудника сибірки та їхніх патогенних властивостей. Дослідження [7] містять характеристику епізоотичної ситуації щодо сибірки і стану місць поховання тварин, які загинули від цього захворювання в Україні. Маковська І. та її співавтори [8] розглянули можливості використання геоінформаційних систем для аналізу поширення сказу у Вінницькій області. У дослідженні [9] подано результати виявлення території Кенії, схильних до спалахів сибірки. Аналогічно [10] дослідили сучасний стан і просторові закономірності виникнення спалахів сибірки за географічними районами Зімбабве із урахуванням кліматичних чинників.

Питання концептуального моделювання геопросторових даних висвітлені у працях [11], де створено каталог класів об'єктів бази геоданих кадастру. У статті [12] визначено особливості концептуального моделювання для потреб екотуризму. У роботі [13] розглянуто концептуальну модель геоінформаційного моделювання впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки, на прилеглі території.

Окрему увагу заслуговують практичні розробки, зокрема інтерактивна карта [14], призначена для внесення даних про підозру та підтверджені випадки сибірки в Україні. Європейська комісія [15] на регулярній основі публікує зведену статистику зафіксованих випадків цього захворювання. Водночас такі напрацювання здебільшого зосереджені на кількісних показниках і не враховують локальних особливостей територій, рівня ризику поширення чи потенційних джерел зараження.

Отже, в останніх дослідженнях і публікаціях недостатньо розроблено питання створення структури бази геопросторових даних для обліку та реєстрації територій з небезпечними похованнями тварин, що загинули від сибірки. Саме ця проблема потребує подальшого вирішення.

Мета дослідження - наукове обґрунтування основних компонентів і структури бази геопросторових даних для обліку й реєстрації територій, на яких розташовані небезпечні поховання тварин, що загинули від сибірки.

Актуальність проблеми зумовлена високим рівнем біологічної небезпеки, який зберігається протягом десятиліть у місцях таких поховань, а також відсутністю актуальної, достовірної та систематизованої інформації про їхнє розташування, стан, правовий статус земельних ділянок тощо.

Концептуальне моделювання на цьому етапі відіграє ключову роль, оскільки дозволяє сформувати логічну структуру майбутньої бази даних, визначити класи об'єктів, їхні атрибути і взаємозв'язки. Таким чином, мета дослідження полягає не лише у фіксації наявних небезпечних поховань, а й у розробці ефективного інструменту для подальшого моніторингу, прогнозування ризиків і підтримки управлінських рішень.

Матеріали і методи дослідження. Методика базується на поєднанні аналізу наукових джерел, нормативно-правових документів із застосуванням сучасних методів концептуального моделювання геопросторових даних. Для опису структури і логіки взаємодії об'єктів використано уніфіковану мову моделювання UML. Діаграма класів, розроблена в межах дослідження, відображає не лише основні інформаційні елементи, але й типи зав'язків між ними, що дозволяє враховувати можливу неповноту або відсутність частини даних. Такий підхід забезпечує системність, гнучкість і масштабованість бази геопросторових даних.

Застосування концептуальної моделі є першим і необхідним етапом у створенні фізичної моделі бази даних, що у подальшому може бути реалізована в середовищі ГІС. Це дозволить проводити просторовий аналіз, оцінку ризиків поширення сибірки, картографування небезпечних територій, а також підвищить ефективність планування санітарних і природоохоронних заходів.

Результати дослідження та їх обговорення. У ході дослідження було розроблено концептуальну модель бази геопросторових даних небезпечних поховань тварин, що загинули від сибірки. Вона враховує не лише просторове розташування поховань тварин, а й ступінь їхньої безпечності, характеристики прилеглої території, наявність попереджувальних знаків та огорож (рис. 1.)

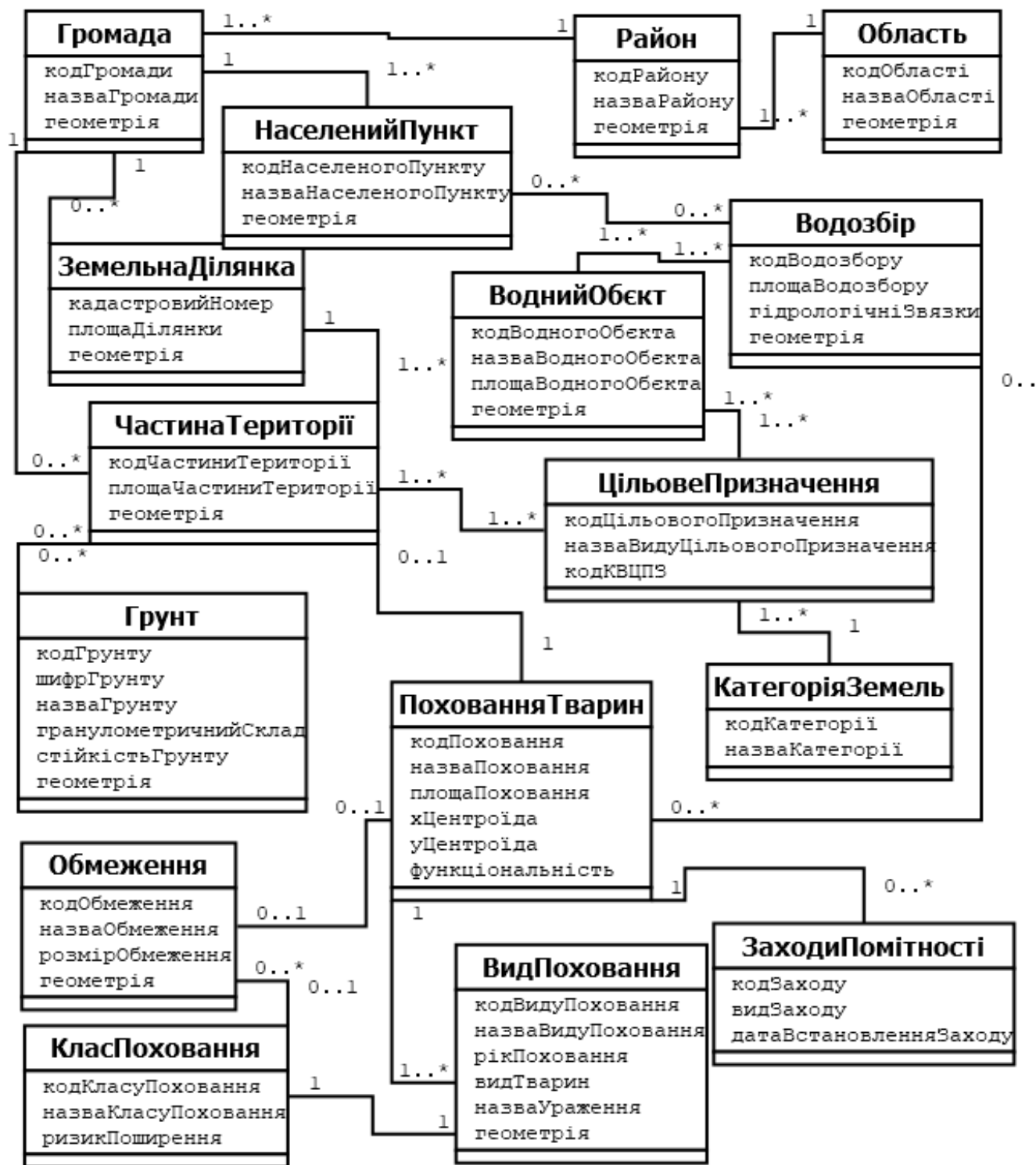


Рис. 1. Концептуальна модель бази геопросторових даних небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки

На концептуальному рівні модель відображає структуру всієї бази геопросторових даних, а саме: класи, їхні атрибути і взаємозв'язки між класами.

В розробленій моделі класи Область, Район та Громада забезпечують прив'язку поховань до відповідних адміністративно-територіальних одиниць

(при цьому враховує адміністративно-територіальні зміни в часі (ліквідації, злиття, укрупнення, зміна назв тощо)), а клас НаселеніПункти описує наявні поселення в межах громади. Безпосередньо у межах адміністративно-територіальної одиниці поховання може бути відображене двома способами: через клас ЗемельнаДілянка – якщо правовстановлюючими документами земельна ділянка сформована і визначено її межі; через клас ЧастинаТериторії – у випадку відсутності інформації у Державному земельному кадастрі.

Ключовим у розробленій моделі є клас ПохованняТварин, який виступає базовим просторовим об'єктом для оцінки ризику поширення спор сибірки. Атрибут «функціональність» визначає статус поховання (закрите чи діюче). Класи ВидПоховання і КласПоховання виконують класифікаційну функцію, відображаючи вид тварин, характер ураження, тип поховання і рівень/клас потенційної небезпеки.

Санітарно-захисні зони навколо небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки описуються через клас Обмеження, а заходи безпеки – інформаційні таблички, огорожі, паркани та інші елементи помітності моделюються через клас ЗаходиПомітності. Додатково клас Ґрунт відображає властивості ґрунтового покриву, які можуть як сприяти так і стримувати поширення спор небезпечного захворювання. Клас Водозбір враховує розташування і площу водозбору, а також гідрологічні зв'язки між поверхнею поховання та водоносними горизонтами.

Загалом розроблена модель формує основу для подальшого створення фізичної бази даних і забезпечує можливість систематизації інформації, необхідної для моніторингу та оцінки ризиків поширення сибірки.

Висновки і перспективи. Розроблення концептуальної моделі бази геопросторових даних небезпечних поховань тварин, що загинули від сибірки, є важливим кроком у напрямку створення ефективної системи моніторингу та управління ризиками землекористування. Запропонована модель забезпечує структурування та інтеграцію як просторової, так і атрибутивної інформації, що дозволяє сформулювати цілісний реєстр таких об'єктів і підвищити оперативність їх обліку та аналізу.

Суттєвою науковою цінністю моделі є врахування комплексу факторів, які визначають ймовірність виникнення і поширення сибірки: тип ґрунтів, гідрологічні умови, особливості і тип поховань, категорії земель, наявність санітарних обмежень, заходів маркування та ін. Завдяки цьому створюється основа для побудови фізичної моделі бази даних, що у подальшому забезпечить можливість оперативного аналізу просторових ризиків і прогнозування небезпечних ситуацій.

Практичне значення дослідження полягає у підвищенні ефективності планування землекористування, прийнятті обґрунтованих управлінських рішень у сфері охорони здоров'я, довкілля та аграрного виробництва. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням методики просторового зонування ризиків виникнення сибірки та автоматизацією процесу створення тематичних карт для підтримки управлінських рішень.

Список використаних джерел

1. Рубленко, І. О. Удосконалення методики виділення спор сибірки із ґрунту бактеріологічним методом [Текст] / І. О. Рубленко, В. Г. Скрипник, О. Мачуський // Науковий вісник ветеринарної медицини – 2025 – № 2. – С. 107-112. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm_2015_2_21
2. Бондаренко, А. М. Сибірка як біологічна зброя: можливості застосування під час війни [Текст] / А. М. Бондаренко // Інфекційні хвороби – 2024 – № 2. – С. 63-71. doi: <https://doi.org/10.11603/1681-2727.2024.2.14614>
3. Шаповал, В. Профілактика сибірки – все, що потрібно знати [Електронний ресурс] / В. Шаповал, С. Пивовар, Л. Руденко, П. Маційчук // КНП «Центр ПМСД» Градизької селищної ради. 28 07 2022 р. URL: <https://globin.pmsd.net.ua/novyny/profilaktyka-sybirky/>
4. European Commission. ADIS - Outbreaks weekly map overview [Електронний ресурс]. Отримано 29.09.2025 р з Animal disease information system (ADIS). <https://webgate.ec.europa.eu/tracesnt/adis/public/notification/outbreaks-weekly-report>
5. Moskalenko, A. Development of a Geospatial Database Model for Registration and Monitoring of Detected Cases of a Dangerous Anthrax Disease [Текст] / A. Moskalenko, T. Ievsiukov // Proceeding Conference «Applied Synergy in Terra». Lviv (Ukraine), 2025. URL: <https://drive.google.com/file/d/1iIFBgU6vsQsulMkc-2wLTm3REJ4nlLCL/view>

6. European Parliament and Council of the European Union. Regulation (EU) 2016/429 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on transmissible animal diseases and amending and repealing certain acts in the area of animal health (Animal Health Law). [Електронний ресурс]. Official Journal of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0429>
7. Яненко, У. М. Небезпека виникнення сибірської язви на неконтрольованих територіях України [Текст] / У. М. Яненко, Н. І. Кос'янчук // *World Science*. – 2018 - №11(39). – С. 43-45. doi: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30112018/6233
8. Маковська, І. Геоінформаційний аналіз поширення сказу у Вінницькій області [Текст] / І. Маковська, М. Безименний, В. Недосков, Л. Корнієнко, Т. Царенко, В. Мельник, М. Жуковський // *Науковий вісник ветеринарної медицини* – 2020 – № 2. – С. 39–49. doi: 10.33245/2310-4902-2020-160-2-39-49
9. Otieno, F. T. Modeling the spatial distribution of anthrax in southern Kenya [Text] / F. T. Otieno, J. Gaehohi, P. Gikuma-Njuru, P. Kariuki, H. Oyas, S. A. Canfield, B. Bett // *PLOS Neglected Tropical Diseases*. – 2021 – № 15(3), e0009301. doi: [10.1371/journal.pntd.0009301](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009301)
10. Learnmore, J. Modelling climate change impacts on the spatial distribution of anthrax in Zimbabwe [Text] / J. Learnmore, M. D. Shekede, I. Gwitira, A. N. Mazhindu, D. M. Pfukenyi, S. Chikerema // *BMC Public Health*. – 2024. – 24, А. 632. doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-024-1>
11. Лященко, А. Концептуальне моделювання та принципи реалізації бази геопросторових даних кадастру природних лікувальних ресурсів [Текст] / А. Лященко, Є. Захарченко, // *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія*. – 2019. – №1, 232-239. doi: [10.25128/2519-4577.19.2.29](https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.29)
12. Лященко, Д. О. Концептуальне моделювання для завдань геоінформаційного забезпечення екологічного туризму [Текст] / Д. О. Лященко, Н. Є. Копер // *Український географічний журнал*. – 2023. – №1, 67-73. doi: [10.15407/ugz2023.01.067](https://doi.org/10.15407/ugz2023.01.067)
13. Євсюков, Т., Москаленко, А. (2025). Концептуальна модель геоінформаційного моделювання впливу небезпечних поховань тварин, які загинули від сибірки, на прилеглі території [Текст] / Т. Євсюков, А. Москаленко // *Матеріали Міжнародної конференції “Land Unity Summit 2025”. 11-12 вересня 2025р. Івано-Франківськ (Україна)* - С. 100-103.
14. VetSpace. Карта зареєстрованих випадків Сибірки в Україні. URL: <https://www.anthrax.vet.ua/index.php/anthrax-in-ukraine#47.8027482/30.7212424/7/cats/11/hotspot/8>
15. European Commission (2025). Animal disease information. URL: <https://webgate.ec.europa.eu/tracesnt/adis/public/notification>

References

1. Rublenko, I. O., Skrypnyk, V. G., Machusky, O. V. (2015). Udokonalennya metodyky vydilennya spor sybirky iz gruntu bakteriologichnym metodom [Improving the technique for isolating anthrax spores from soil by bacteriological method]. Scientific Bulletin of Veterinary Medicine, 2, 107-112. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvvm_2015_2_21.
2. Bondarenko, A. M. (2024). Sybirka yak biolohichna zbroya: mozhlyvosti zastosuvannya pid chas viyny [Anthrax as a Biological Weapon: Possibilities of Application During War]. Infectious Diseases, (2), 63–71. doi: [10.11603/1681-2727.2024.2.14614](https://doi.org/10.11603/1681-2727.2024.2.14614)
3. Shapoval, V.F., Pivovar, S.M., Rudenko, L.M., Matsiychuk, P.V. (2022.07.28). Profilaktyka sybirky – vse, shcho potribno znaty [Anthrax prevention - everything you need to know]. Available at: <https://globin.pmsd.net.ua/novyny/profilaktyka-sybirky/>
4. European Commission. ADIS - Outbreaks weekly map overview. Received 29.09.2025 p from Animal disease information system (ADIS). Available at: <https://webgate.ec.europa.eu/tracesnt/adis/public/notification/outbreaks-weekly-report>
5. Moskalenko, A., Ievsiukov, T. (2025). Development of a Geospatial Database Model for Registration and Monitoring of Detected Cases of a Dangerous Anthrax Disease. Proceeding of Conference «Synergy in Terra». Lviv (Ukraine), 1-3. Available at: <https://drive.google.com/file/d/1iIFBgU6vsQsulMkc-2wLTm3REJ4nlLCL/view>
6. European Parliament and Council of the European Union. Regulation (EU) 2016/429 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on transmissible animal diseases and amending and repealing certain acts in the area of animal health (Animal Health Law). Official Journal of the European Union. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016R0429>
7. Yanenko, U. M., Kos'yanchuk N. I. Nebezpeka vynyknennya sybirs'koyi yazvy na nekontrol'ovanykh terytoriyakh Ukrayiny [The danger of anthrax outbreak in uncontrolled territories of Ukraine]. World Science, 23, 530-533. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2013_23_80.
8. Makovs'ka, I.F., Bezymennyj, M.V., Nedosjekov, V.V., Kornijenko, L.Je., Carenko, T.M., Mel'nyk, V.V., Martynjuk, O.G., Zhukovs'kyj, M.O. (2020) Geoinformacijnyj analiz poshyrennja skazu u Vinnyts'kij oblasti [Geoinformation analysis of the spread of rabies in Vinnytsia region] Scientific Bulletin of Veterinary, 2, 39–49. doi: [10.33245/2310-4902-2020-160-2-39-49](https://doi.org/10.33245/2310-4902-2020-160-2-39-49)
9. Otieno, F. T., Gaehohi, J., Gikuma-Njuru, P., Kariuki, P., Oyas, H., Canfield, S. A., ... Bett, B. (2021). Modeling the spatial distribution of anthrax in southern Kenya. PLOS Neglected Tropical Diseases, 15(3), e0009301. doi: 10.1371/journal.pntd.0009301

10. Learnmore, J., Shekede, M. D., Gwitira, I., Mazhindu, A. N., Pfukenyi, D. M., Chikerema, S. (2024). Modelling climate change impacts on the spatial distribution of anthrax in Zimbabwe. BMC Public Health, 24, A. 632. doi: [10.1186/s12889-024-1](https://doi.org/10.1186/s12889-024-1)
11. Lyashchenko, A. A., Zakharchenko, E. A. (2019). Kontseptual'ne modelyuvannya ta pryntsypy realizatsiyi bazy heoprostorovykh danykh kadastru pryrodnykh likuval'nykh resursiv [Conceptual modeling and principles of implementation of the geospatial database of the cadastre of natural medicinal resources]. Scientific notes of the Volodymyr Hnatyuk Ternopil National Pedagogical University. Series: Geography, (1), 233-240. doi: [10.25128/2519-4577.19.2.29](https://doi.org/10.25128/2519-4577.19.2.29)
12. Lyashenko, D. O., Koper, N. E. (2023). Kontseptual'ne modelyuvannya dlya zavdan' heoinformatsynoho zabezpechennya ekolohichnoho turyzmu [Conceptual modeling for geoinformation support tasks of ecological tourism]. Ukrainian Geographical Journal, 1, 67-73. doi: [10.15407/ugz2023.01.067](https://doi.org/10.15407/ugz2023.01.067)
13. Ievsiukov, T., Moskalenko, A. (2025). Kontseptual'na model' heoinformatsynoho modelyuvannya vplyvu nebezpechnykh pokhovan' tvaryn, yaki zahynuly vid sybirky, na prylehli terytoriyi [Conceptual model of geoinformation modeling of the impact of dangerous burials of animals that died from anthrax on adjacent territories]. Proceedings of the International Conference "Land Unity Summit 2025". Ivano-Frankivsk (Ukraine), 100-103.
14. VetSpace. Map of registered cases of Anthrax in Ukraine. Available at: <https://www.anthrax.vet.ua/index.php/anthrax-in-ukraine#47.8027482/30.7212424/7/cats/11/hotspot/8>
15. European Commission (2025). Animal disease information. Available at: <https://webgate.ec.europa.eu/tracesnt/adis/public/notification>

A. Moskalenko, T. Ievsiukov

DESIGNING A CONCEPTUAL MODEL OF THE GEOSPATIAL DATABASE FOR HAZARDOUS ANIMAL BURIAL SITES AFFECTED BY ANTHRAX

The article presents the author's approach to the systematization and accumulation of geospatial and attributive data on dangerous burials of animals that died from anthrax. Anthrax is a zoonotic disease, the spores of which can remain viable in the soil for decades, posing a potential threat. Burials of animals not carried out in biothermal pits (mainly before 1954) do not provide an adequate level of safety. In the event of a shift in the soil cover, spores can reach the surface and cause new cases of the disease among wild and domestic animals, as well as infection of people. A

significant part of such burials does not have clearly established boundaries of land plots and established regimes of limited use of adjacent territories, which complicates control over their condition.

As part of the study, the available geospatial and attributive data on dangerous burials were structured, and a conceptual model of a geospatial database was developed, which ensures the accumulation, structuring, and systematization of data. The model is built using UML notation and is presented in the form of a class diagram that reflects the main structural elements of the database and their attributes.

The results obtained can be used to create a physical model of a geospatial database for the registration (register) of lands with dangerous burials of animals that died from anthrax, as well as for the further development of the monitoring system, planning of sanitary and protective measures, establishing regimes of limited land use, etc.

Keywords: *geospatial database, conceptual model, anthrax.*