

СКАЗ ТА ЙОГО ПРОБЛЕМАТИКА НА ДНІПРОПЕТРОВЩИНІ (УКРАЇНА, 2023 РІК)

Мартиненко Г. А.

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини», Харків, Україна, e-mail: anna29.10.76@i.ua

У статті досліджується епізоотична ситуація зі сказу в Дніпропетровській області України в умовах війни з росією. Метою роботи було впровадження сучасних інструментів геопросторового аналізу для вивчення випадків цього захворювання. Використані вірусологічні дані з ветеринарних звітів за 2010–2023 роки, а також методи імунофлуоресценції для діагностики. Застосовано Python для аналізу даних і Google Maps для первинної обробки та візуалізації розповсюдження сказу. Досліджено динаміку захворювання серед тварин, проаналізовано територіальне виявлення випадків і річний розподіл захворюваності. Створено епізоотичну та теплову карти, що вказують на природні та антропогенні осередки. Виявлено, що джерелами інфекції у 2023 році є дикі та домашні ссавці. Запропоновано код для візуалізації гарячих точок поширення сказу. Результати вказують на доцільність подальших досліджень епізоотичної ситуації із застосуванням сучасних геопросторових інструментів

Ключові слова: сказ, динаміка, руда лисиця, Дніпропетровщина, Python, епізоотична карта, теплова карта

Сказ — це вірусне захворювання, яке має найвищий рівень смертності серед усіх інфекційних хвороб для людини. Вірус сказу вражає центральну нервову систему і після появи симптомів без вчасно розпочатого лікування стає невиліковним — 100 % хворих людей помирають. В Європі 95 % випадків виявлення сказу у людей — від собак [1]. За останні 30 років в Україні від сказу загинуло 67 людей і це найгірший показник у Європі за даними ООН [2]. Так, за даними GARC, сказ собак є ендемічним в Україні, а охоплення вакцинацією собак складає 46,70 % [3]. В країні вірус сказу циркулює серед 23 видів диких та шести видів свійських та сільськогосподарських тварин [4]. Серед звірів, які нападали на людей, як і раніше, провідну роль відіграють тварини наближені до людей: коти і собаки [5].

Повномасштабна війна негативно вплинула на розповсюдження сказу в країні. За даними таксації на 2023 рік, популяція лиса складала 220 тис. голів, що у 5 разів більше ніж у 2020 році. Такий приріст обумовлений заборонаю полювання, що збільшило ризик виникнення захворювання на сказ [6].

Про актуальність зазначеної проблеми свідчить і започаткування 28 вересня 2007 року всесвітнього дня боротьби зі сказом. Це дало змогу підвищити обізнаність про найсмертоноснішу інфекційну хворобу у світі та об'єднати партнерів для посилення зусиль з профілактики та контролю в усьому світі [7].

Метою роботи було дослідження епізоотичної ситуації зі сказу у Дніпропетровській області (Україна) в умовах ведення повномасштабної війни з росією та впровадження сучасних інструментів для геопросторового аналізу випадків цього захворювання.

Матеріали і методи. Результати вірусологічних досліджень були отримані з ветеринарних звітів за 2010–2023 рр. Базову частину роботи складала дані Дніпропетровської області за 2023 р. Патологічний матеріал на сказ (n=401) був відібраний від 15 видів тварин: диких (лисиця, білка, щур, миша, вовк, їжак, куниця, єнотовидний собака) та свійських (ВРХ (велика рогата худоба), свиня, собака, кіт, хом'як, мурчак, вівця).

Для діагностики сказу в реакції імунофлуоресценції (РІФ) використовували РАБІТЕСТ-РІФ (RABITSET-FAT) ТОВ «БІОТЕСТЛАБ», Україна.

Python використовували як засіб програмування для аналізу даних. Для первинної обробки даних користувалися інструментами Google Maps.

З метою візуалізації географічного розповсюдження випадків сказу застосовували теплову карту, створену за допомогою бібліотеки Folium та плагіна HeatMap.

Результати роботи. Для вивчення епізоотичної ситуації провели дослідження динаміки випадків сказу у тварин за період 2010-2023 рр. Результати лабораторно-діагностичних досліджень представлені на рисунку 1.



Рис. 1. Динаміка випадків сказу тварин на Дніпропетровщині 2010–2023 рр.

Отже, протягом останніх років епізоотична ситуація зі сказом у тварин залишалася стабільно напруженою з тенденцією до погіршення. Так, з 2019 по 2022 рік кількість випадків сказу зберігалася на відносно низькому рівні (нижче 30 випадків на рік). У 2023 році спостерігалось зростання до 77 випадків, що є найвищим показником за останні п'ять років. Незважаючи на загальну тенденцію до зниження, зростання кількості випадків у 2023 році підкреслює необхідність продовження моніторингу та впровадження заходів для попередження нових спалахів.

Така ситуація склалася через неможливість проведення програм оральної вакцинації та заборону відстрілу мисливських тварин під час воєнного стану в країні [8]. Дикі тварини мігрують з регіонів, де ведуться бойові дії, а Дніпропетровщина межує з трьома такими областями. Це підтверджує і аналіз динаміки чисельності основних видів мисливських тварин, який був проведений базуючись на даних екологічних паспортів Дніпропетровської області [9] та повідомленнях Дніпропетровської обласної ради [10]. Так, дані щодо лисиць, які є головним резервуаром та поширювачем вірусу сказу, фіксуються з 2018 року. Їх кількість коливалася від 1366 до 1831 особин. З початком повномасштабної війни популяція диких лисиць на Дніпропетровщині зросла у 2,5 рази [11].

Для одночасного порівняння випадків сказу у різних групах тварин (диких та свійських) і тенденцій розповсюдження застосовували комбіновану діаграму (рис. 2).

Отже, використання стовпчастих діаграм для візуалізації кількості досліджених проб та позитивних випадків, а також лінійного графіку для візуалізації відсотка позитивних випадків свідчить про наявність сказу у свійських тварин на рівні 34,8 % (рис. 2). Виявлення 5,6 % сказу у диких тварин доводить, що ця група тварин є джерелом вірусу, що інфікує свійських тварин.

Аналіз випадків сказу (n=77) за 2023 рік був проведений з метою визначення ссавців, що формували природні та антропогенні осередки на території Дніпропетровської області. Отримані дані представлені графічно на рисунку 3.

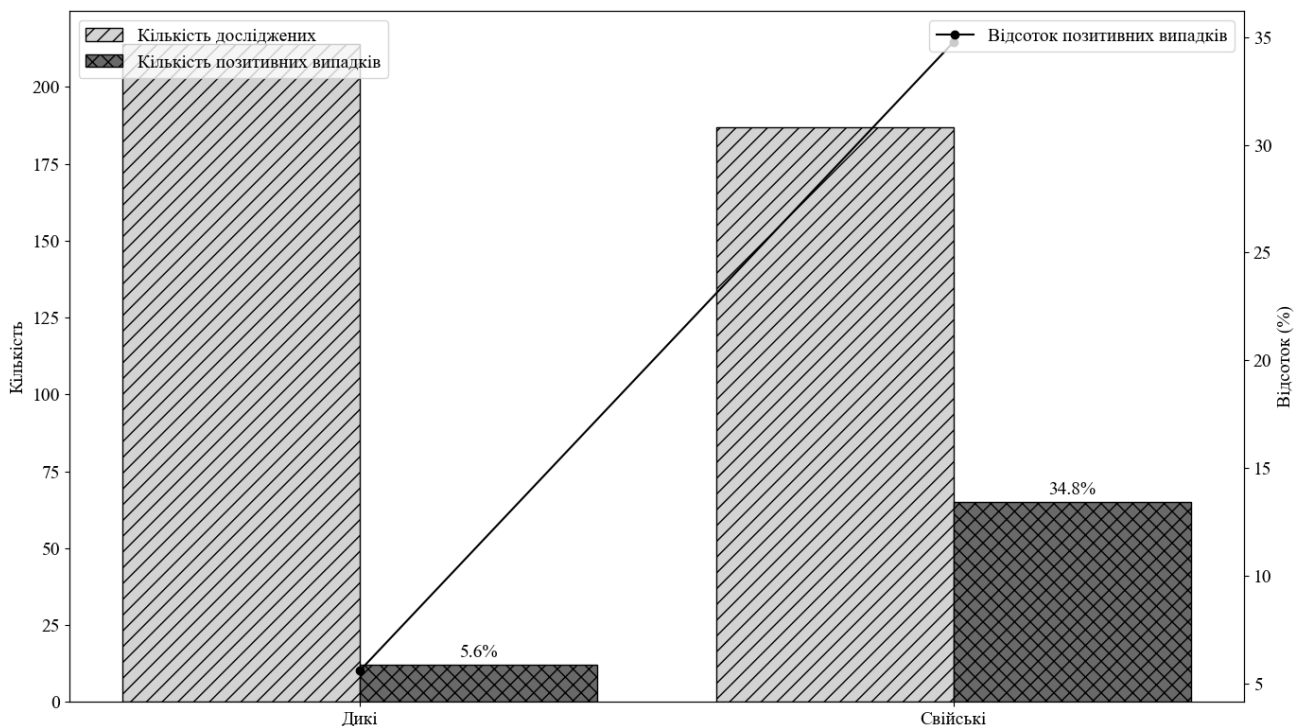


Рис. 2 Дослідження випадків сказу у групах тварин Дніпропетровщини (Україна, 2023)

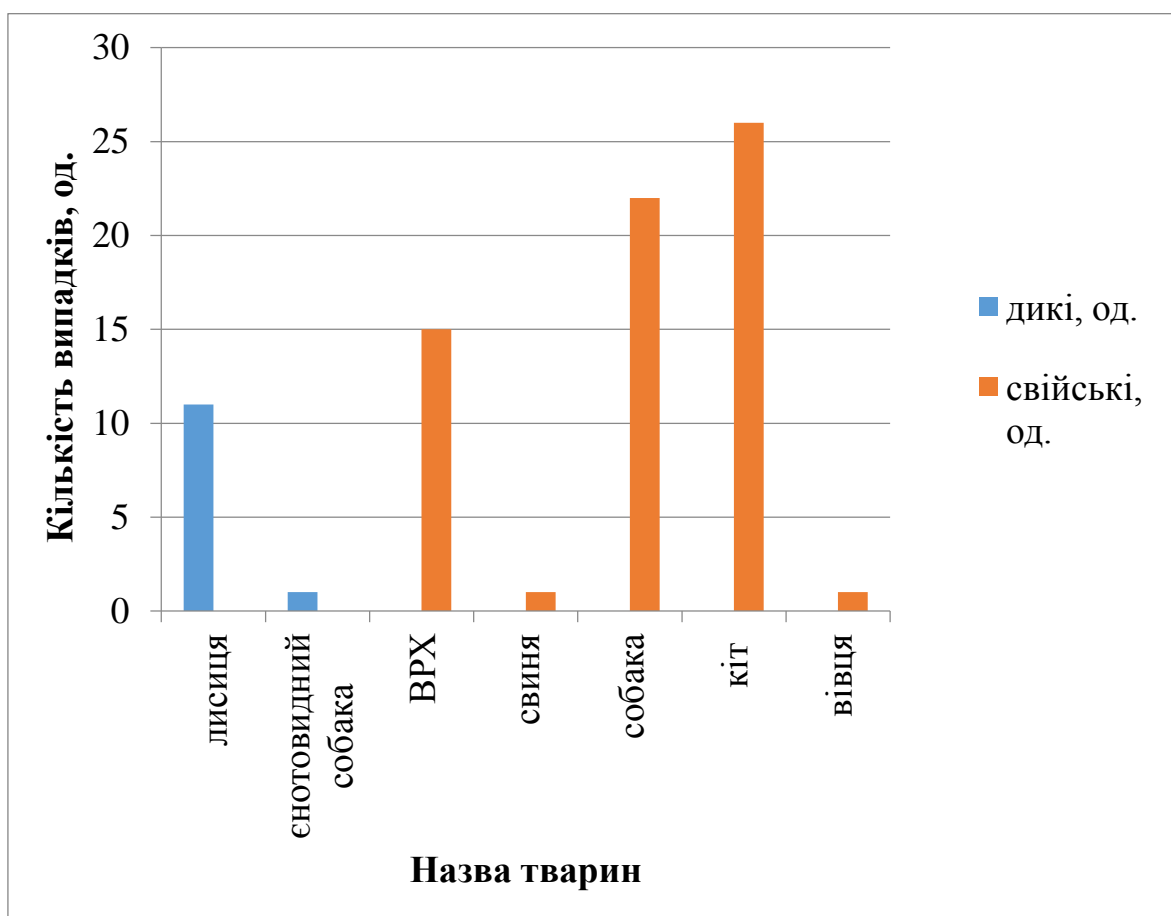


Рис. 3. Розподіл випадків сказу серед диких та свійських тварин на Дніпропетровщині, 2023

Як видно з рисунку 3, найчастіше сказ уражав таких ссавців, як лисиці, коти та собаки. Отже, як і у Європі [12] руді лисиці (*Vulpes vulpes*) є основним резервуарним господарем вірусу в дикій природі. У той час, коли коти та собаки були переносниками інфекції у міських умовах.

Хоча сказ зазвичай асоціюється із собаками, цей вірус може уражити будь-якого ссавця, включаючи котів. За результатами лабораторних досліджень, у Дніпропетровській області сказ уражав більше котів, ніж собак. Подібну ситуацію спостерігали і в Сполучених Штатах [13]. Однак на сьогодні не виявлено жодного котячого специфічного штаму вірусу сказу і не зареєстровано тривалої передачі сказу від кішки до кішки. Побоювання сказу часто використовують для виправдання підходів «виловити та вбити», які передбачають остаточне видалення домашніх котів з території. Проте видалення тварин із зони лише викликає науково доведене явище, яке називається ефектом вакууму: нові коти з сусідніх територій просто переміщуються на очищений простір, щоб скористатися ресурсами, наприклад, їжею, і розмножуватися [14].

Аналіз територіального виявлення випадків сказу на Дніпропетровщині за 2023 р. відображено у підсумковій таблиці 1.

Таблиця 1 — Територіальне розповсюдження сказу серед тварин (n=77)

Тип населеного пункту/території	Кількість випадків
Села	56
Міста	10
Селища міського типу (сmt)	10
Мисливські угіддя	1

Отже, аналіз отриманих даних показав, що випадки сказу в селах Дніпропетровщини реєструвалися у 2,67 рази частіше, ніж на всіх інших територіях разом узятих. Наявність лісистих і сільськогосподарських угідь поруч із селами є одним із факторів, що сприяють розповсюдженню лисиць, які знаходять там сприятливі умови для полювання. Військові дії, руйнівна дія вибухів, рух військової техніки, будівництво фортифікаційних споруд, пожежі внаслідок обстрілів, хімічне забруднення ґрунтів важкими металами згубно впливають на природні екосистеми, знищують або порушують середовища існування диких тварин [15]. Таким чином, вторгнення РФ завдає значної шкоди природній спадщині України. Тварини гинуть або намагаються втекти із зон ведення бойових дій [16]. Як наслідок, села потерпають від нападів агресивних лисиць [17]. Цьому також сприяє низький рівень лісистості Дніпропетровщини, який становить лише 3,6 % [9].

Отримані дані доводять, що основним резервуаром збудника сказу у дикій природі, як і раніше залишається лисиця.

Про сезонність сказу тварин свідчить наявність певних закономірностей у поширенні захворювання протягом року (рис. 4).

Аналіз даних на рис. 4 показує, що кількість випадків сказу збільшувалася у певні періоди року, а саме восени та взимку. Це пов'язано з поведінкою тварин, зокрема лисиць, у яких активізація гону припадає на грудень-лютий, що характерно для степової зони України, де і розташована Дніпропетровська область України. Так, під час гону збільшується активність і контакти між тваринами, підвищується їх рівень агресії, знижується імунітет. Це підтверджують і повідомлення Держспоживслужби [18].

Для картографічного відображення епізоотичної ситуації зі сказу та виявлення основних осередків поширення захворювання у регіоні використовували інструменти Google Maps, що відображено на рис. 5.

Використання Google Maps дозволило встановити достовірні координати, широту та довготу кожного випадку сказу та створило основу для детального аналізу поширення захворювання.

Візуалізували розповсюдження випадків сказу на певній території за допомогою теплової карти, що дозволило визначити зони з найбільшим ризиком. Для цього використовували код Python. Попередньо імпортували бібліотеки: pandas для обробки та аналізу даних, folium для створення карт та HeatMap для додавання теплових карт на базову карту Folium. Для зберігання даних про випадки сказу у табличній формі створювали DataFrame.

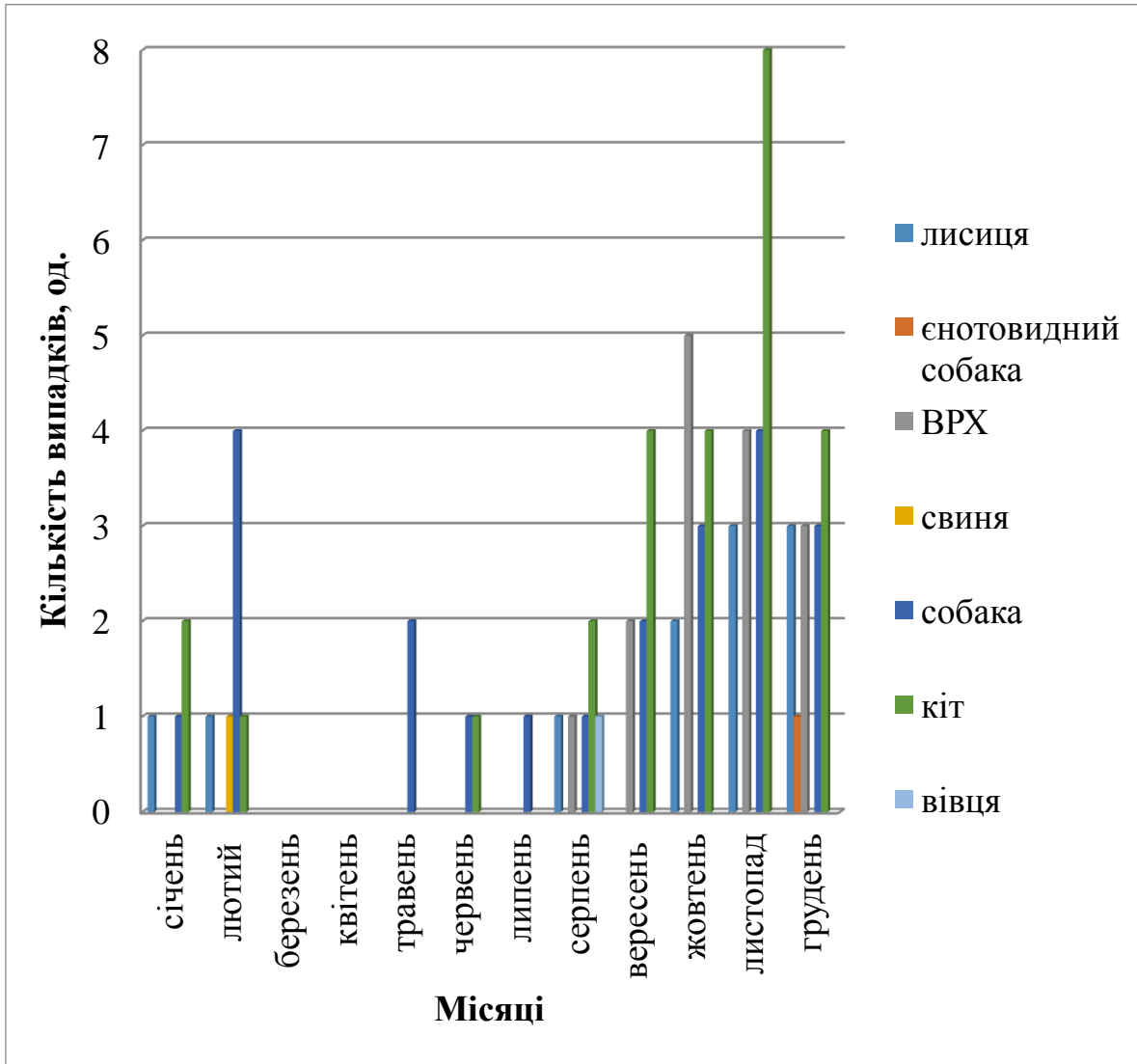


Рис. 4. Річний розподіл випадків сказу на Дніпропетровщині, 2023 р.

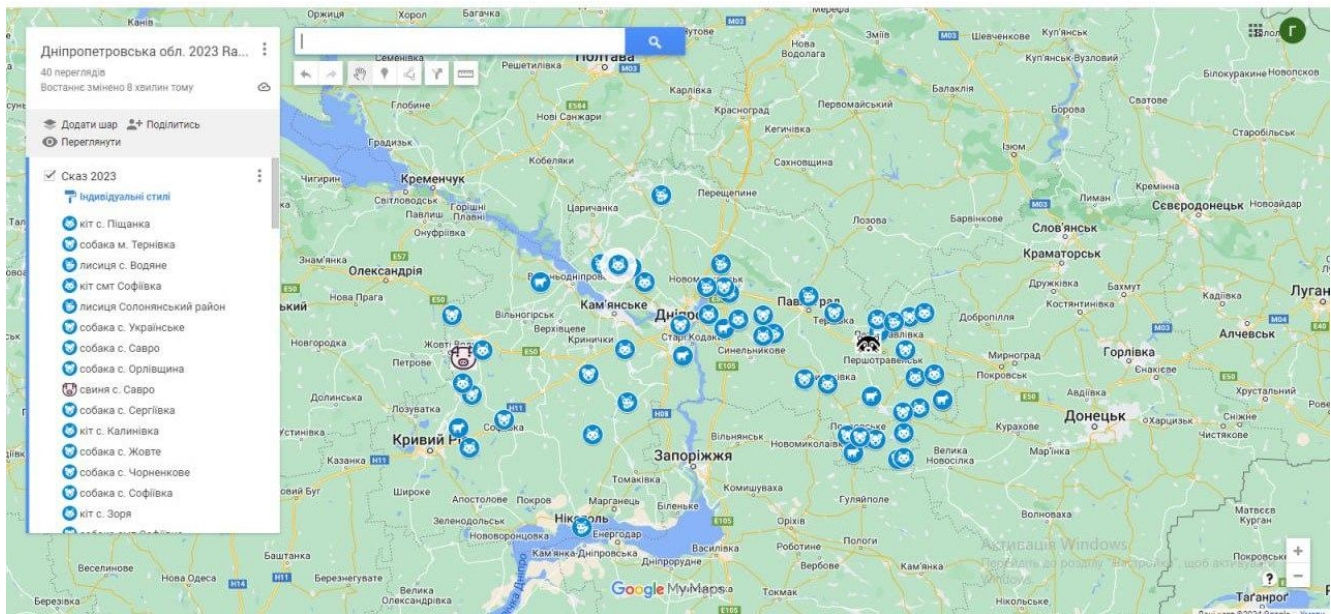


Рис. 5 Епізоотична карта сказу на Дніпропетровщині, 2023 р.

Розділ 3. Епізоотологія та інфекційні хвороби

Групування даних дозволило агрегувати кількість позитивних випадків сказу за унікальними координатами. Визначення місця з найбільшою кількістю позитивних випадків дозволило знаходити координати, де було зафіксовано найбільше випадків. А створення та збереження карти сформувало базову карту з центром на зазначених координатах, додало теплову карту з даних і зберегло карту в HTML-файл для подальшого перегляду.

Візуалізацію концентрації випадків на тепловій карті застосовували для виявлення гарячих точок, що показано на рис. 6.

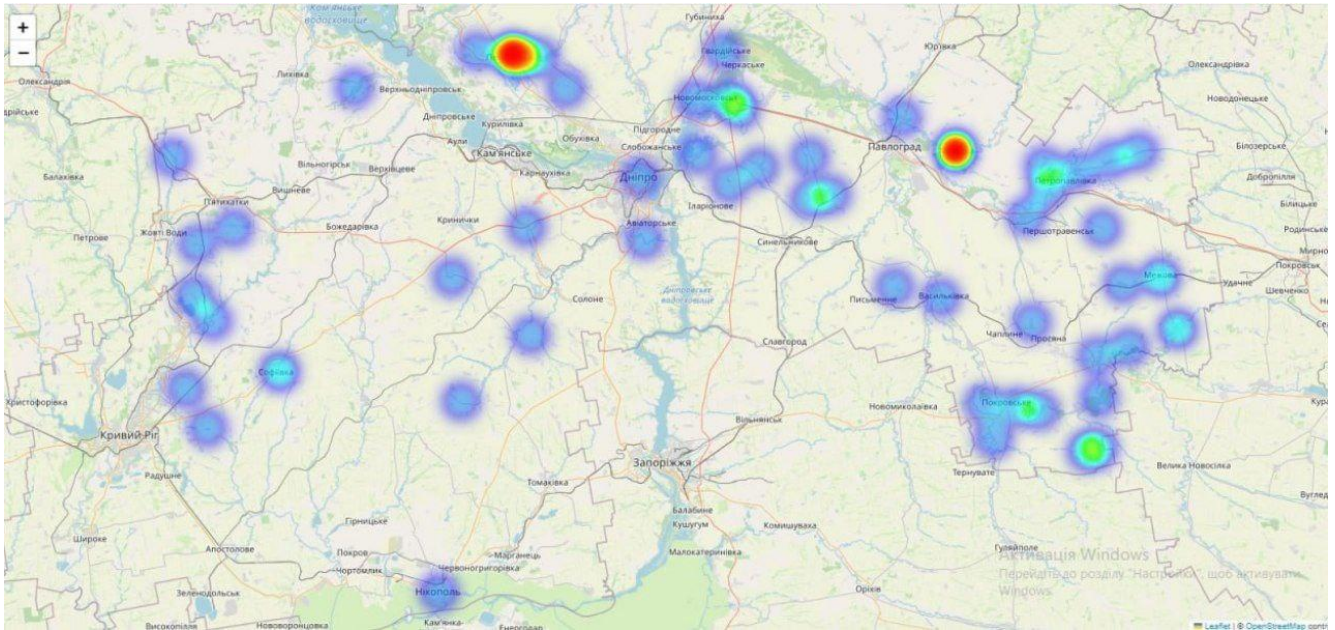


Рис. 6. Теплова карта випадків сказу на Дніпропетровщині (Україна, 2023 р.) (Червона зона: Найвища концентрація випадків сказу та найвищий ризик поширення хвороби. Необхідні негайні заходи для стримування. Жовті зони: Висока концентрація випадків. Потребує додаткових заходів контролю. Зелені зони: Помірна кількість випадків, що потребує моніторингових заходів).

Отже, на тепловій карті (рис. 6) за допомогою бібліотеки Folium відображено дані про позитивні випадки сказу. За наявними даними, визначено місце з найбільшою кількістю випадків сказу і відображено ці дані на карті. Так, найбільше випадків сказу (п'ять) з координатами: широта 48.72949, довгота 34.6324 дали чітке розуміння, де знаходилася найризиковіша зона щодо поширення сказу.

Таким чином, для створення власної теплової карти Дніпропетровщини з випадками захворювання можна рекомендувати наступний код.

```
import pandas as pd
import folium
from folium.plugins import HeatMap

# Реальні дані про випадки сказу
Data = {
    'latitude': [48.60845, 48.52159, 48.97298,.....],
    'longitude': [35.37116, 36.06879, 34.89655,.....],
    'animal': ['Коти', 'Собаки', 'Лисиці',..... ],
    'positive_cases': [1, 1, 1,.....]
}

# Створення DataFrame
Df = pd.DataFrame(data)
```

```
# Групування даних для визначення кількості позитивних випадків у кожному місці
grouped_data = df.groupby(['latitude', 'longitude']).sum().reset_index()

# Визначення місця з найбільшою кількістю позитивних випадків
max_positive_cases = grouped_data.loc[grouped_data['positive_cases'].idxmax()]

print(f"Найбільше позитивних випадків сказу: {max_positive_cases['positive_cases']}")
print(f"Координати: Широта {max_positive_cases['latitude']}, Довгота
{max_positive_cases['longitude']}")

# Створення базової карти
M = folium.Map(location=[48.450001, 34.983334], zoom_start=8)

# Додавання теплової карти
heat_data = [[row['latitude'], row['longitude'], row['positive_cases']] for index, row in
grouped_data.iterrows()]
HeatMap(heat_data).add_to(m)

# Збереження карти в HTML-файл
m.save('rabies_clusters_map.html')
```

Наведений код можна використовувати для візуалізації даних про випадки сказу на карті, що дозволить виявити географічні кластери і тренди у поширенні захворювання. Користувачі можуть вказувати координати центру регіону, де вони хочуть відобразити дані (location), і налаштувати початковий рівень масштабування для оптимального відображення (zoom start). Зокрема, для Києва координати центру карти (широта: 50.450001, довгота: 30.523333), для Харкова (49.9935; 36.2304).

Висновки та перспективи подальших досліджень. 1. Епізоотична ситуація зі сказом тварин на Дніпропетровщині залишалася стабільно напруженою з тенденцією до погіршення, що було зумовлено воєнним станом, який спричинив міграцію тварин із зон бойових дій, а також неможливістю проведення програм оральної вакцинації та заборону відстрілу мисливських тварин.

2. Встановлено, що джерелом і резервуаром інфекції на Дніпропетровщині у 2023 році були дикі та свійські тварини класу ссавців, які формують як природні осередки (лисиці, енотовидні собаки), так і антропогенні осередки (собаки, коти, трав'ядні тварини).

3. Доведено необхідність профілактичного щеплення груп епізоотичного ризику, а саме вакцинація 70 % популяції собак у спільноті.

4. Продемонстровано можливість використання інструментів Google Maps для картографічного відображення епізоотичної ситуації зі сказом і виявлення основних осередків поширення захворювання.

5. Запропоновано код на Python для створення теплової карти, яка візуалізує гарячі точки розповсюдження сказу.

6. Подальші дослідження епізоотичної ситуації зі сказу з використанням сучасних інструментів для геопросторового аналізу є вкрай важливими в умовах повномасштабної війни, яка супроводжується екологічними злочинами з боку Росії.

Список літератури

1. Шляхом «Єдиного здоров'я». Відкритий ліс. URL: <https://www.openforest.org.ua/270134/> (дата звернення: 12.09.2024).
2. Громлюк І. Дикі тварини йдуть в українські міста. Як це пов'язано з війною і полюванням? *BBC NEWS Україна*. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/c973p944g7eo> (дата звернення: 12.09.2024).
3. Ukraine. *Global Alliance for Rabies Control*. URL: <https://rabiesalliance.org/country/ukraine> (дата звернення: 12.09.2024).
4. Сказ: що робити у разі укусу тварини, лікування в Україні. *NV*. URL: <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/skaz-shcho-robiti-u-razi-ukusu-tvarini-likuvannya-v-ukrajini-novini-ukrajini-50193230.html> (дата звернення: 12.09.2024).
5. ДУ «Центр громадського здоров'я МОЗ України». Про епідемічну ситуацію зі сказу в 2020 році: Аналітично-інформаційний огляд. Київ, 2021. 8 с. URL: <https://www.uoz.cn.ua/news3443.pdf>.

6. Куртяк Б. М., Волошин Р. В., Стронський Ю. С., Романович М. С., Пундяк Т. О., Островська Л. Л., Собко Г. В. Ризики прояву сказу можна мінімізувати. *Ветеринарна медицина*. 2017. № 103. С. 49–52. URL: https://www.jvm.kharkov.ua/sbornik/103/1_11.pdf.
7. World Rabies Day. *Global Alliance for Rabies Control*. URL: <https://rabiesalliance.org/world-rabies-day>. (дата звернення: 22.09.2024).
8. Албул С. Поширення сказу серед тварин зросло через війну, — Кузін. *LB.ua*. URL: https://lb.ua/health/2024/05/14/613247_poshirennya_skazu_sered_tvarin_zroslo.html. (дата звернення: 13.09.2024).
9. Регіональна доповідь та Екологічний паспорт. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. *Дніпропетровська обласна військова адміністрація*. URL: <https://adm.dp.gov.ua/pro-oblast/ekologiya-pro-oblast/ekologiya>. (дата звернення: 12.09.2024).
10. Куземко К. У Дніпропетровській області зросла кількість випадків сказу серед тварин. *Наше місто*. URL: <https://nashemisto.dp.ua/2024/02/14/u-dnipropetrovskii-oblasti-zrosla-kilkist-vypadkiv-skazu-sered-tvaryn/> (дата звернення: 12.09.2024).
11. Популяція лисиць в Дніпропетровській області зросла у 25 разів. *Особи*. URL: <https://www.osoby.com.ua/u-dnipropetrovskij-oblasti-populyacziya-lysycz-zroslo-u-25-razy/> (дата звернення: 12.09.2024).
12. Guideline for Feline Rabies. *ABCD Cats & Vets*. URL: https://www.abcdcatsvets-org.translate.google/guideline-for-feline-rabies/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=sc (дата звернення: 12.09.2024).
13. Rabies in Cats. *WebMD*. URL: <https://www.webmd.com/pets/cats/rabies-cats> (дата звернення: 12.09.2024).
14. Cats Are No Rabies Threat. *Alley Cat Allies*. URL: https://www.alleycat-org.translate.google/cats-are-no-rabies-threat/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=uk&_x_tr_pto=sc. (дата звернення: 12.09.2024).
15. Карпенко Т. Під загрозою через війну в Україні опинилися 600 видів тварин та 750 видів рослин, занесених до Червоної книги. *Ukraine World News*. URL: <https://uworld.news/news/pid-zahrozoiu-cherez-viinu-v-1008649.html>. (дата звернення: 12.09.2024).
16. Карпенко Т. Нині лісистість України становить майже 16 % і не є оптимальною, — Міндовкілля. *Відкритий ліс*. URL: <https://www.openforest.org.ua/278078/> (дата звернення: 12.09.2024).
17. Авдієнко М. Нікопольські села потерпають від нападів агресивних лисиць *Facebook*. URL: https://www.facebook.com/story.php?story_fbid=944545677087220&id=100045953900423 (дата звернення: 12.09.2024).
18. Проблему сказу потрібно вирішувати лише спільними зусиллями. *Головне управління Держпродспоживслужби в Дніпропетровській області*. URL: <https://dp.dpss.gov.ua/news/problemu-skazu-potribno-virishuvati-lishe-spilnimi-zusillyami> (дата звернення: 12.09.2024).

RABIES AND ITS ISSUES IN THE DNIPROPETROVSK REGION (UKRAINE, 2023)

Martynenko H. A.

National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkiv, Ukraine

The aim of the work was to study the epizootic situation regarding rabies in the Dnipropetrovsk region (Ukraine) under the conditions of full-scale war with Russia and to implement modern tools for geospatial analysis of cases of this disease. The results of virological studies were obtained from veterinary reports for 2010-2023. Rabitest-Fat of LLC "Biotestlab", Ukraine, was used for rabies diagnosis in the fluorescent antibody test. Python was used as a programming tool for data analysis. Google Maps tools were used for initial data processing. A heat map was used to visualize the geographical distribution of rabies cases. The study examined the dynamics of rabies cases in animals in the Dnipropetrovsk region from 2010 to 2023. The incidence of rabies in different groups of animals was compared. The mammals forming natural and anthropogenic foci were identified. The territorial detection of rabies cases and their annual distribution were analyzed. Epizootic and heat maps were created. The epizootic situation with rabies in animals in the Dnipropetrovsk region remained constantly tense with a tendency to aggravation due to the state of war. It was determined that the source and reservoir of infection in the Dnipropetrovsk region in 2023 are wild and domestic mammals, which form both natural and anthropogenic foci. The possibility of using Google Maps tools to map the rabies epizootic situation and identify the main foci of the disease spread was demonstrated. A Python code was proposed to create a heat map visualizing the hotspots of rabies distribution. The feasibility of further studies on rabies epizootic using modern tools for geospatial analysis was demonstrated

Keywords: rabies, dynamics, red fox, Dnipropetrovsk region, Python, epizootic map, heat map