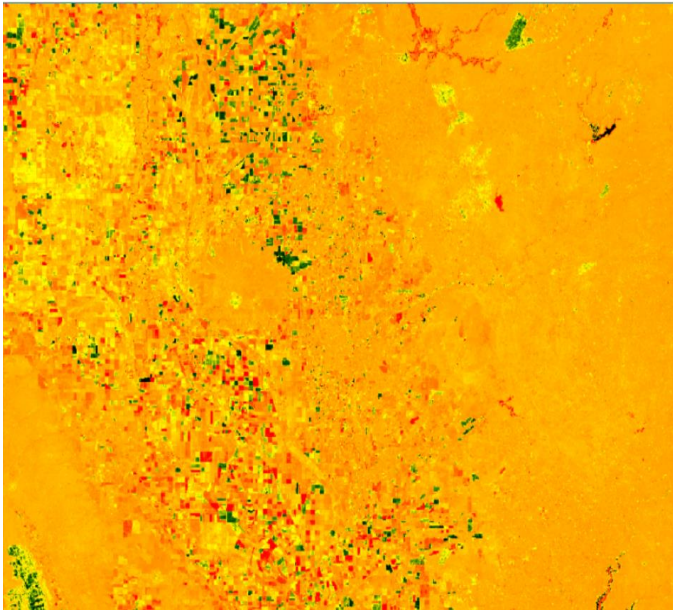


# КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет геоінформаційних систем і управління територіями  
Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

Дипломний проект на тему:  
“Геоінформаційне картографування наслідків пожеж”



Виконав:  
Студент 4 курсу  
Групи ГІСТ-21  
Рихлик Б.О.  
Керівник:  
Ст. викладач Плющ Т.М.

Київ 2025

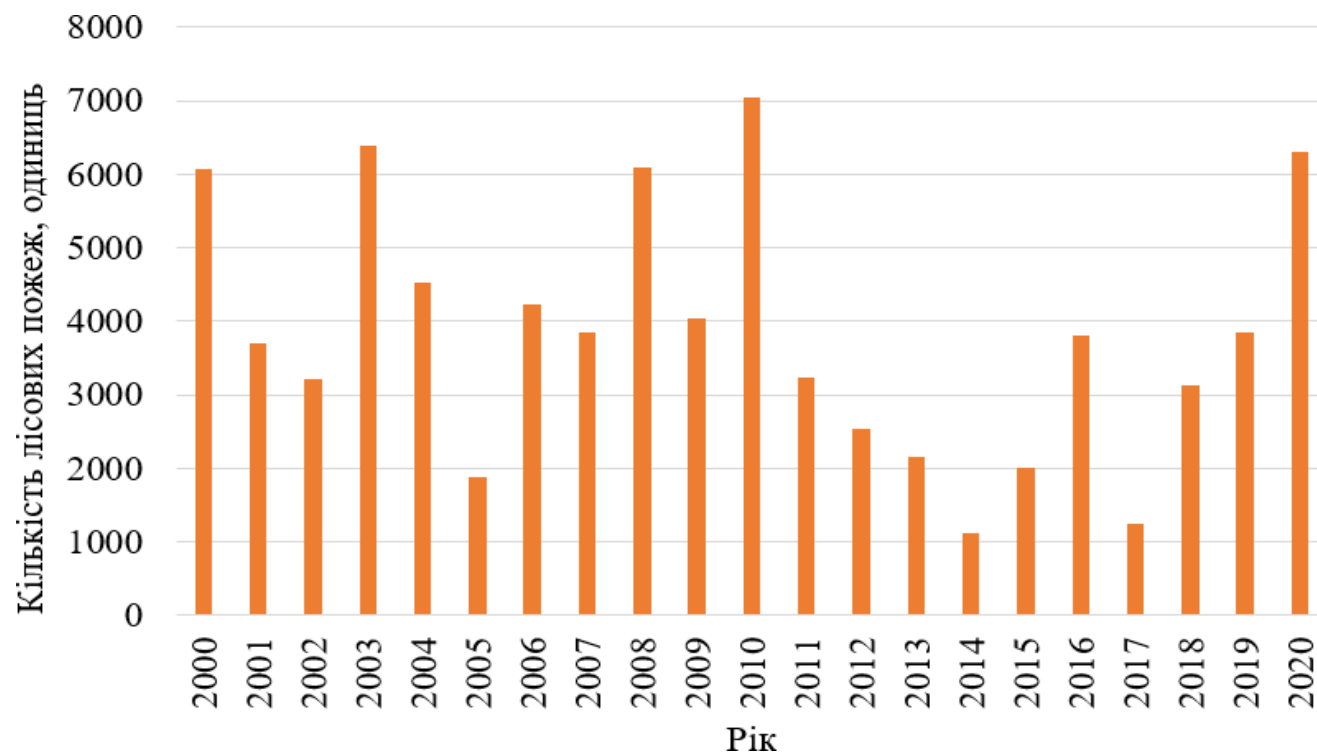
**Об'єкт дослідження:** природні пожежі та їх наслідки.

**Предмет дослідження:** методи та інструменти геоінформаційного картографування пожеж та аналізу їх наслідків.

**Актуальність теми.** Пожежі є одними з найбільших руйнівних природних явищ, які можуть мати серйозні екологічні, соціальні та економічні наслідки. Зважаючи на частоту та інтенсивність пожеж, зокрема в екосистемах, де людська діяльність та зміни клімату суттєво впливають на пожежну безпеку, необхідно ефективно моніторити та аналізувати їх дослідження.



Актуальність для України: В Україні щорічно реєструється сотні лісових пожеж, які часто виникають через антропогенний фактор (підпали, недбалість, спалювання стерні тощо). Масштабні пожежі завдають значної шкоди: Природним заповідникам – знищуються унікальні лісові масиви, зникають ендемічні породи дерев; Біоті – втрачаються середовища існування для багатьох видів тварин; Ґрунтам – деградація, ерозія, втрата гумусу; Клімату – зменшення лісистості призводить до зниження здатності екосистем поглинати вуглекислий газ.



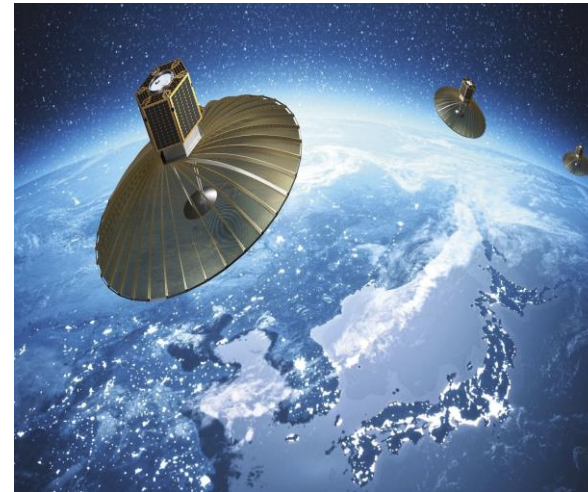
У даному проекті опрацювання геоданих здійснювалося у кілька послідовних етапів, які включали вибір відповідних джерел, підготовку полігонів спостереження, фільтрацію супутникових знімків, нормалізацію спектральних значень, обробку тематичних шарів землекористування та інтеграцію даних в єдину аналітичну систему.

Проект базується на використанні відкритих супутникових зображень та просторових шарів із високою частотою оновлення і точністю. Основними критеріями для відбору джерел стали:

- відкритість та надійність даних;
- наявність історичної ретроспективи (для аналізу "до / після");
- просторове покриття території України;
- можливість інтеграції в Google Earth Engine та ArcGIS Online;
- наявність метаданих та масштабувальних коефіцієнтів.

Завантаження і підготовка знімків у Google Earth Engine

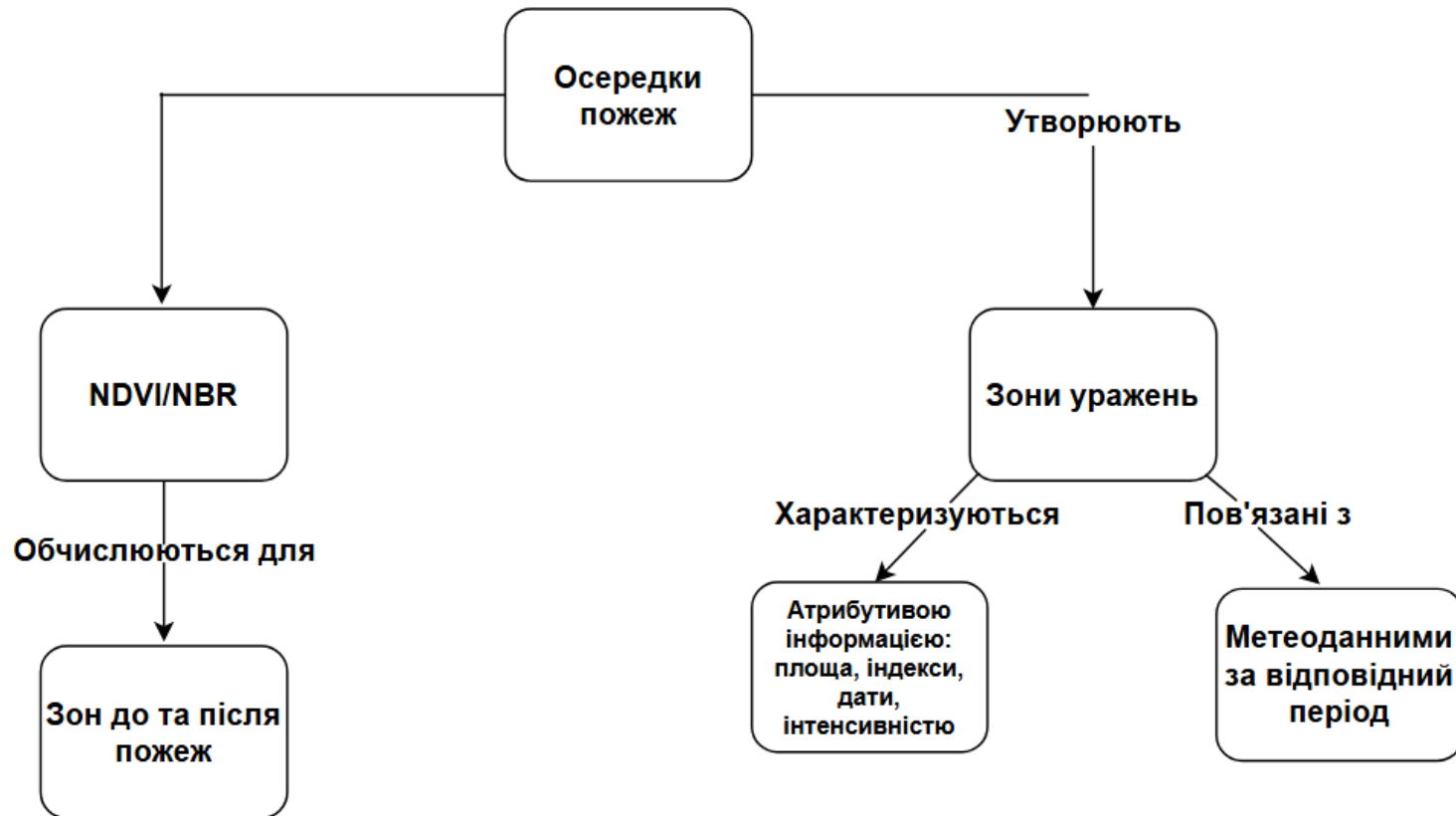
Визначення регіону дослідження (ROI).



# Основні компоненти концептуальної моделі

№	Клас об'єкта	Тип геооб'єкта	Опис
1	Осередки пожежі	Точка / полігон	Локація зафіксованого горіння (на основі VIIRS / MODIS)
2	Зона ураження	Полігон	Область, охоплена вогнем або термічним ураженням (вираховується за NDVI/NBR)
3	Індекси стану рослинності	Растрові дані	NDVI, NBR, NBRT до/після пожежі
4	Землекористування/землепокриття	Полігон	Дані з Dynamic World або CORINE (класифікація поверхні)
5	Будівлі та інфраструктура	Точка / полігон	Дані про забудову, які дозволяють оцінити вплив на людей
6	Метеодані	Табличні / точкові	Температура, вологість, вітер у день пожежі
7	Результати аналізу	Полігон / растри	Карти змін, маски зон ураження, статистика площ

# Основні зв'язки між об'єктами



# Джерела даних та їх типи

Джерело	Тип	Призначення
Google Earth Engine	Супутникові знімки	NDVI, NBR, NBRT, маски змін
Dynamic World / CORINE / OpenStreetMap	Векторні шари	Землекористування, забудова
IRWIN / NASA FIRMS	Пожежні точки	Активні осередки горіння
Метеостанції / NOAA	Табличні / точкові	Погодні умови
OpenBuildings / Microsoft	Полігони будівель	Аналіз ризику для інфраструктури

Застосування концептуальної моделі:

- автоматизованої обробки даних в GEE;
- побудови тематичних карт у ArcGIS Online;
- обчислення індексів і площ ураження;
- інтеграції різних джерел для прийняття рішень; аналізу впливу пожеж на людей, екосистеми та інфраструктуру

## ДОСЛІДНА РЕАЛІЗАЦІЯ КАРТОГРАФУВАННЯ НАСЛІДКІВ ПОЖЕЖ.

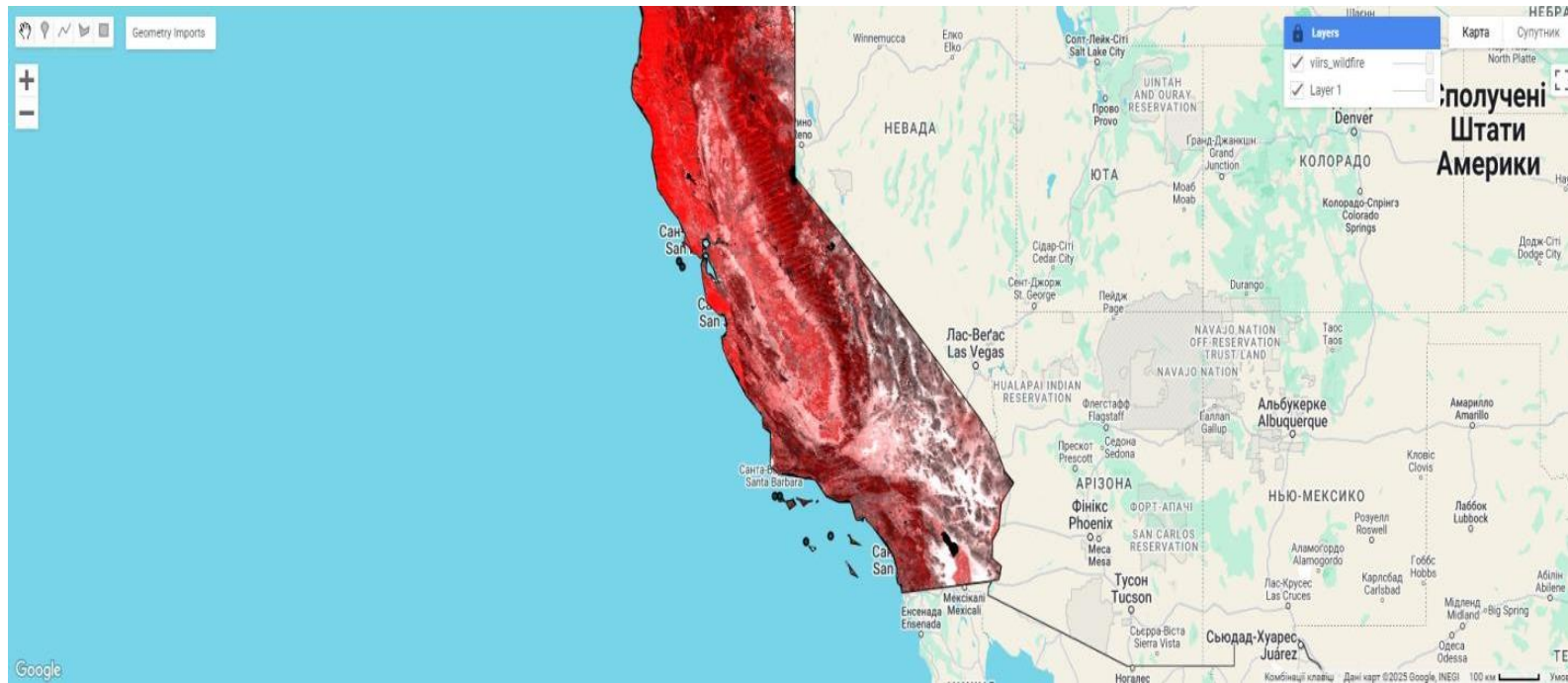
У цьому розділі описано практичне впровадження методики геоінформаційного аналізу з використанням платформ Google Earth Engine (GEE) та ArcGIS Online. Основна мета – виявлення та оцінка зон ураження після пожежі на основі супутникових знімків і індексного аналізу.

Основні етапи:

- Підготовка регіону дослідження (ROI): визначено території пожеж у Луганській області;
- Аналіз супутникових знімків (VIIRS, Landsat): отримано дані до та після пожеж.
- Обчислення індексів;
- NDVI – оцінка зміни рослинності;
- NBR / NBRT – виявлення вигорілих зон;
- Візуалізація карт у GEE, експорт у QGIS/ArcGIS для подальшого аналізу;
- Розрахунок площ ураження: використання масок змін і функції pixelArea().

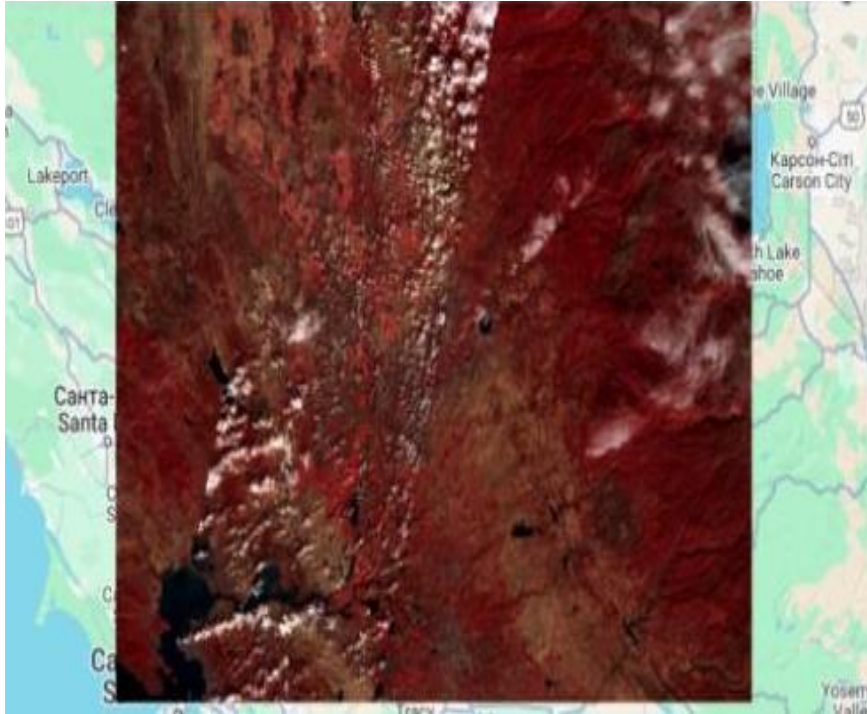
## Використання супутникових даних VIIRS

Дані VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) дозволяють виявити активні пожежі за інфрачервоним випромінюванням. Я відібрав відповідні дати та канали.

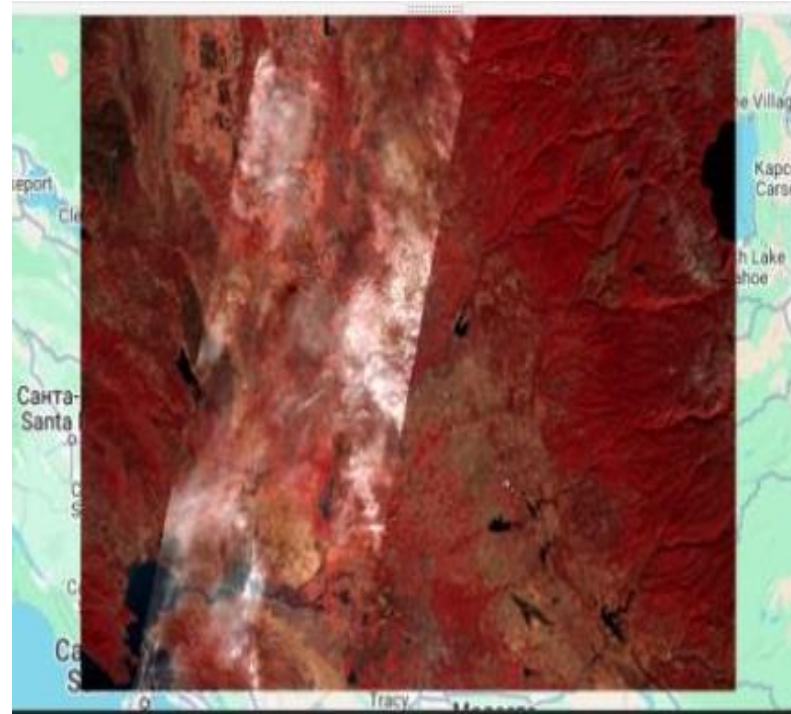


Виявлені активні пожежі за інфрачервоним випромінюванням.

Використав Landsat 8/9 SR для порівняння вигляду території до і після пожежі, зокрема в жовтні 2017 року (місяць активного горіння):



До пожежі



Після пожежі

Візуально помітні ділянки із потемнілим або зниклим рослинним покривом.

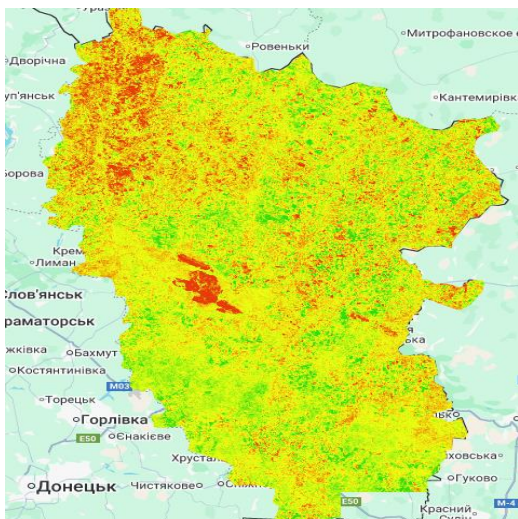
Ідентифікація обпалених ділянок та визначення ступеня тяжкості пошкодження (NBR) на території Луганської обл. **Луганська область** – регіон із частими пожежами, обраний для оцінки змін до та після початку повномасштабної війни.



NBR до 2021 року



NBR після 2021 року



NBR комбіноване

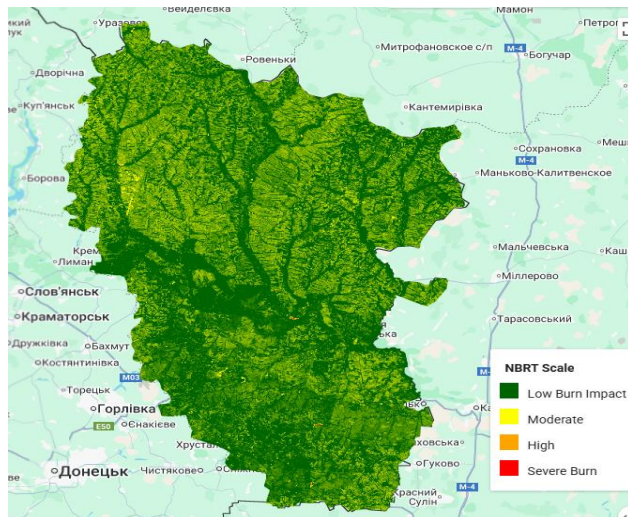
Візуальна палітра

Зелений – рослинність нешкоджена або відновлена

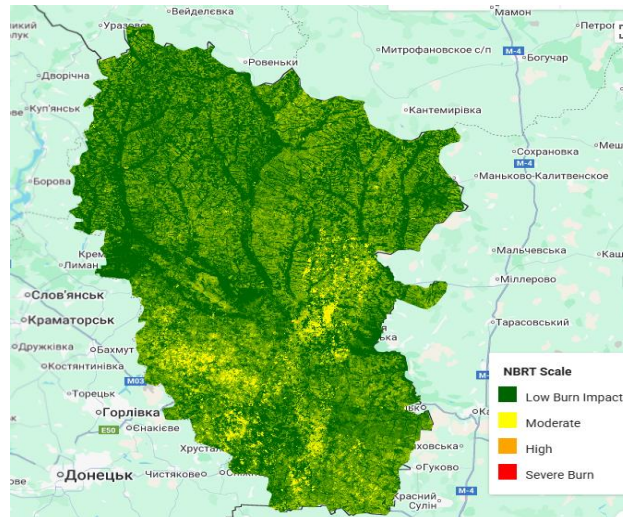
Жовтий – середній рівень пошкодження

Червоний – вигорілі території

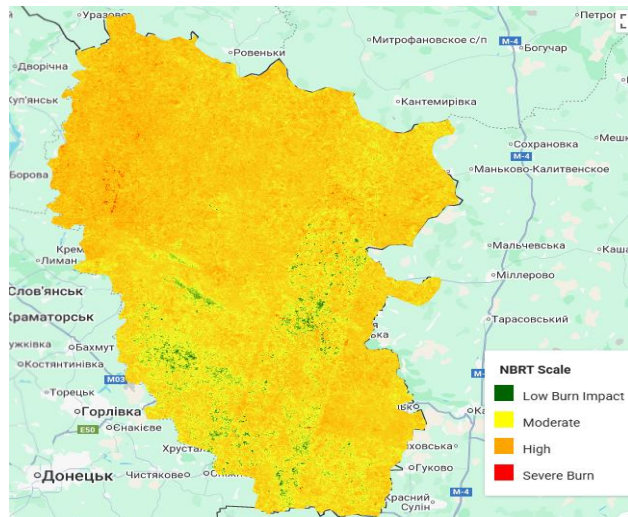
# Розширений індекс обпалених ділянок та визначення ступеня тяжкості пошкодження (NBRT)



NBRT до 2021 року



NBRT після 2021 року



NBRT комбіноване

- Незмінена / відновлена територія
- Середній ступінь ураження
- Високий ступінь вигорання

Аналіз NDVI до та після пожежі:

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) є одним із найчутливіших показників стану рослинного покриву. Його значення коливаються в межах від - 1 до +1  
+0.6...+0.9 – густа здорова рослинність (ліси, сади);

0.2 0.5 – трави, чагарники;

< 0.1 – ґрунт, вигорілі ділянки або урбанізовані території.

Аналіз NBRT

До 2021 року:

Території мали стабільні значення NBRT, що відповідали здоровій рослинності та нормальній температурі поверхні.

Після 2021 року:

Виявлено різке зростання NBRT у певних осередках – це теплові плями, які свідчать про активні пожежі, або нещодавнє вигорання.

Аналіз NBR

Значення NBR суттєво знизились після пожежі, особливо в центрах горіння.

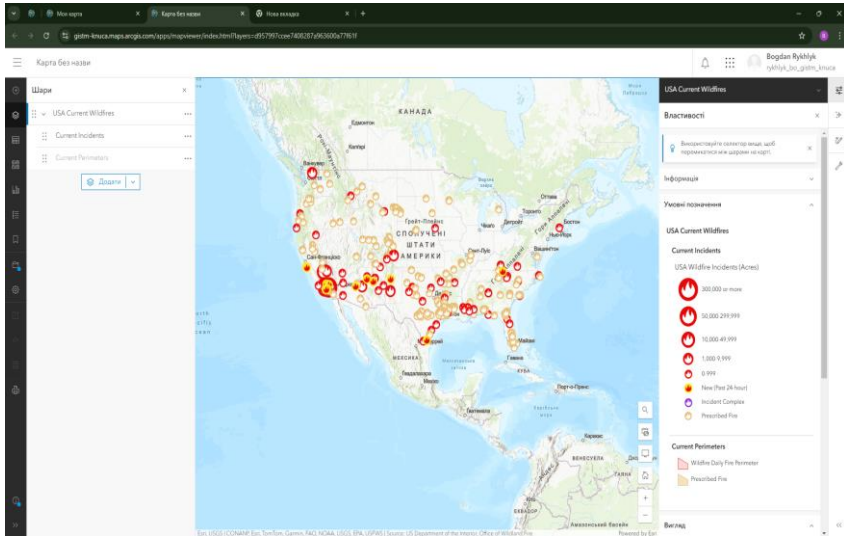
Загальна площа ураження 3504.2 га.

Порівняльний аналіз: NDVI vs NBRT vs NBR

Показник	До пожежі	Після пожежі	Зміна
NDVI	Високий (0.6-0.8)	Низький (0.1-0.3)	Різке зниження
NBRT	Нормальний	Високий	Різкий термічний пік
NBR	Високий	Дуже низький	Сильне зменшення

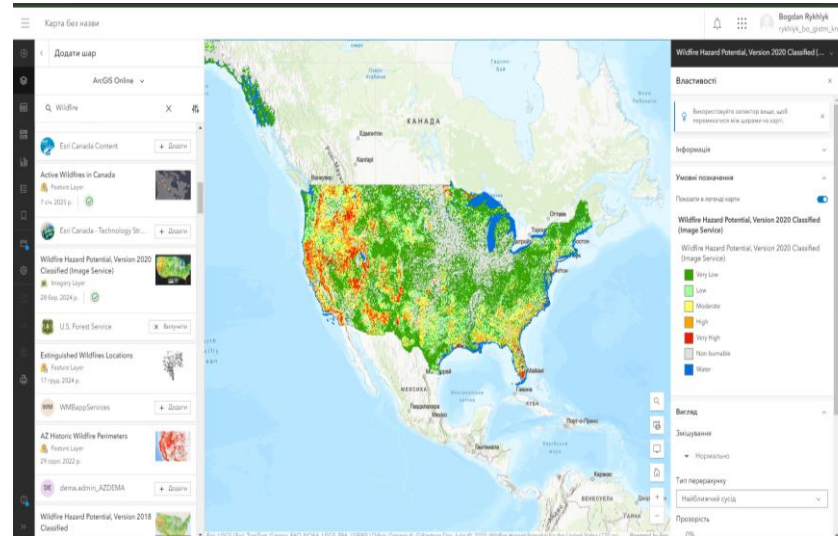
Висновок: Усі три індекси дали узгоджені результати, підтверджуючи просторові межі і ступінь вигорання

## Тематичні шари в ArcGIS Online



Доданий шар USA Current Wildfires.

Цей шар містить актуальну інформацію про лісові пожежі на території США. Дані оновлюються протягом останніх 7 днів. Шар дозволяє в режимі реального часу спостерігати за осередками пожеж, їхнім розташуванням, масштабами та змінами.

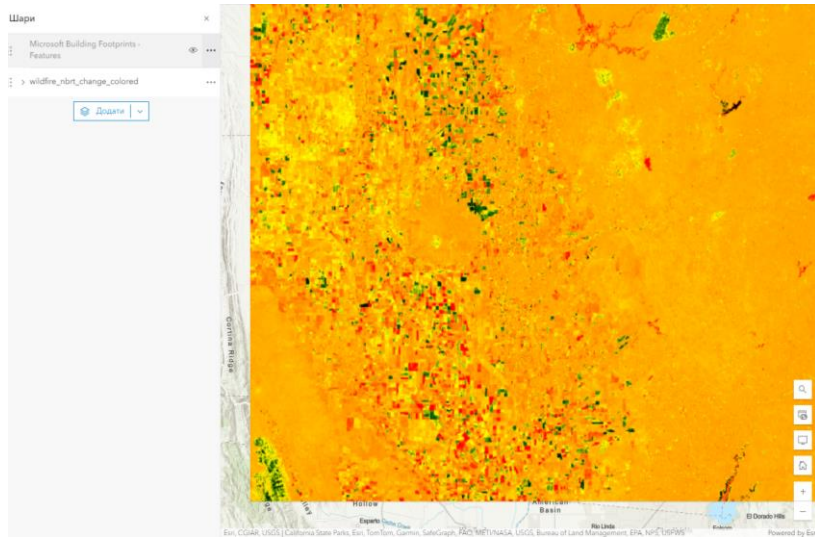


Шар Wildfire Hazard Potential, Version 2020 Classified

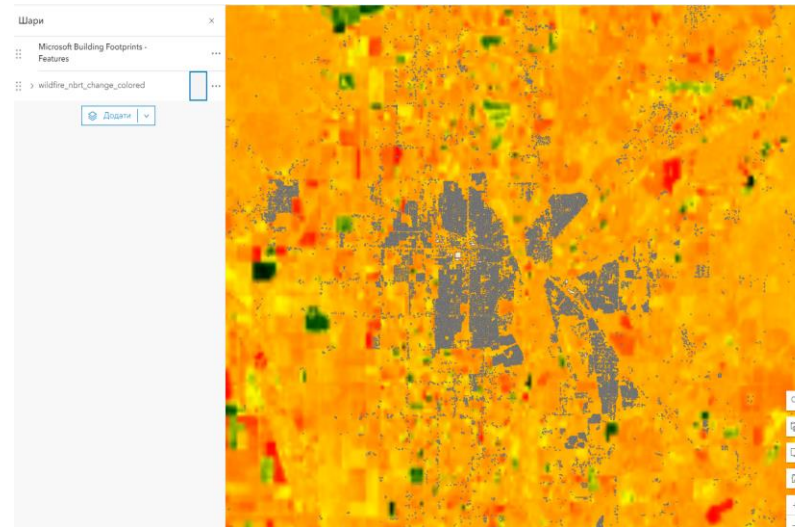
Цей набір даних відображає потенційну небезпеку виникнення пожеж. В основі - версія 2020 року. Шар орієнтований на стратегічне планування та управління природними ресурсами і землями на великій території. Він дозволяє оцінити, де є найбільша ймовірність виникнення пожеж і в яких регіонах необхідно вживати запобіжних заходів.

## Додавання власних даних

Для поглибленого аналізу впливу пожеж на житлову інфраструктуру було додано тематичний шар будинків, який містить просторову інформацію про розташування та геометрію житлових та адміністративних споруд.



Створений шар в ArcGis Online.



Доданий шар будинків

На зображенні видно що: Частина будинків потрапила в межі ураження, що свідчить про високий ризик для населення, виявлені прикладні точки, де необхідне лісозахисне зонування та розробка планів евакуації.

## Висновок

У результаті дослідження розроблено ефективну методику геоінформаційного картографування наслідків пожеж, яка поєднує супутникові дані (VIIRS, Landsat, Sentinel), індексний аналіз (NDVI, NBR, NBRT) та інструменти хмарної обробки (Google Earth Engine, ArcGIS Online). Проведена апробація на прикладі території України підтвердила можливість точного виявлення зон ураження, кількісної оцінки шкоди та візуалізації результатів. Отримані дані можуть бути використані для подальшого екологічного моніторингу, планування лісовідновлення та запобігання надзвичайним ситуаціям.



Дякую за увагу!