



Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії



Кваліфікаційна робота

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ЗА ДОПОМОГОЮ ПЛАТФОРМИ
GOOGLE EARTH ENGINE

Київ - 2024

Виконала: студентка групи
ЗГІСТМ-23 Тетяна ЛІНІЧЕНКО

Керівник: старший викладач
Тетяна ПЛЮЩ

Консультант: доцент
Данило КІНЬ

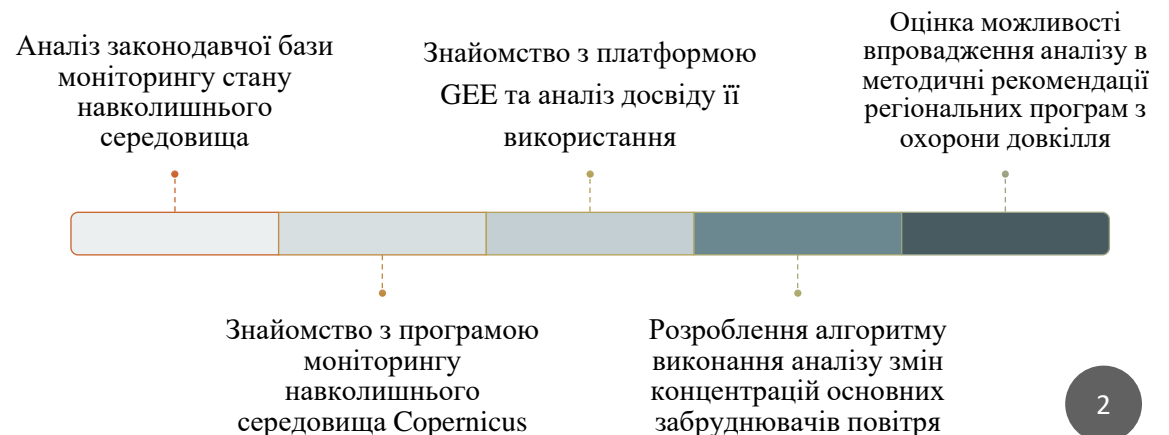
АКТУАЛЬНІСТЬ

Необхідність збереження стану довкілля. Відсутність розробленої методики моніторингу стану повітря на території України за допомогою програмного забезпечення Google Earth Engine, яка дозволяє зробити швидкий аналіз динаміки змін концентрацій забруднюючих речовин за аналізом супутникових даних, що особливо актуально за воєнного часу

МЕТА

Розробка алгоритму дистанційного аналізу стану навколишнього середовища, а саме моніторинг якості атмосферного повітря, за допомогою платформи Google Earth Engine, з використанням даних супутників Sentinel-5 P та географічної інформаційної системи з відкритим кодом QGIS

ЗАВДАННЯ



РЕГІОН
ДОСЛІДЖЕННЯ

ОБ'ЄКТ
ДОСЛІДЖЕННЯ

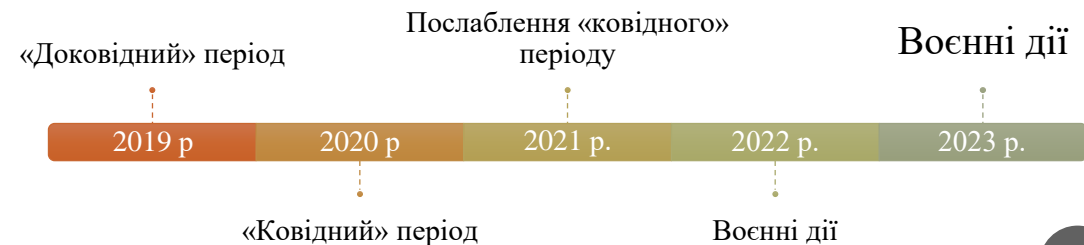
ПРЕДМЕТ
ДОСЛІДЖЕННЯ

ПЕРІОД
ДОСЛІДЖЕННЯ

УКРАЇНА

Атмосферне повітря над
територією України

Моніторинг газів CH₄, NO₂,
CO, SO₂ методами ДЗЗ



**Законодавча база моніторингу стану
навколишнього природного середовища**

Конституція України

Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони

Кодекси України

Земельний

Водний

Лісовий

Про надра

Закони України

Про охорону навколишнього природного середовища

Про охорону атмосферного повітря

Про гідрометеорологічну діяльність

Про охорону земель

Про тваринний світ

Про рослинний світ

Про управління відходами

Про оцінку впливу на довкілля

Про Національний реєстр викидів та перенесення забруднювачів

Постанови кабінету міністрів України

Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів

Про затвердження Порядку здійснення моніторингу та звітності щодо викидів парникових газів.

Порядок функціонування державної системи моніторингу довкілля та її підсистем

Положення про державну систему моніторингу довкілля

Директиви Європейського Парламенту і Ради

Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи

Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел

Накази міністерства охорони здоров'я України

Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць

РЕДАКТОР КОДУ GOOGLE EARTH ENGINE

Пошук наборів даних або місць

МЕНЕДЖЕР СКРИПТІВ

API документація

Asset менеджер

Отримати посилання (URL) на скрипт

Зберегти скрипт

Запустити сценарій

Довідка

Кнопка зворотнього зв'язку

редактор коду

Менеджер завдань

Консоль

перевірити розташування, значення пікселів, об'єкт на карті

Інструменти геометрії

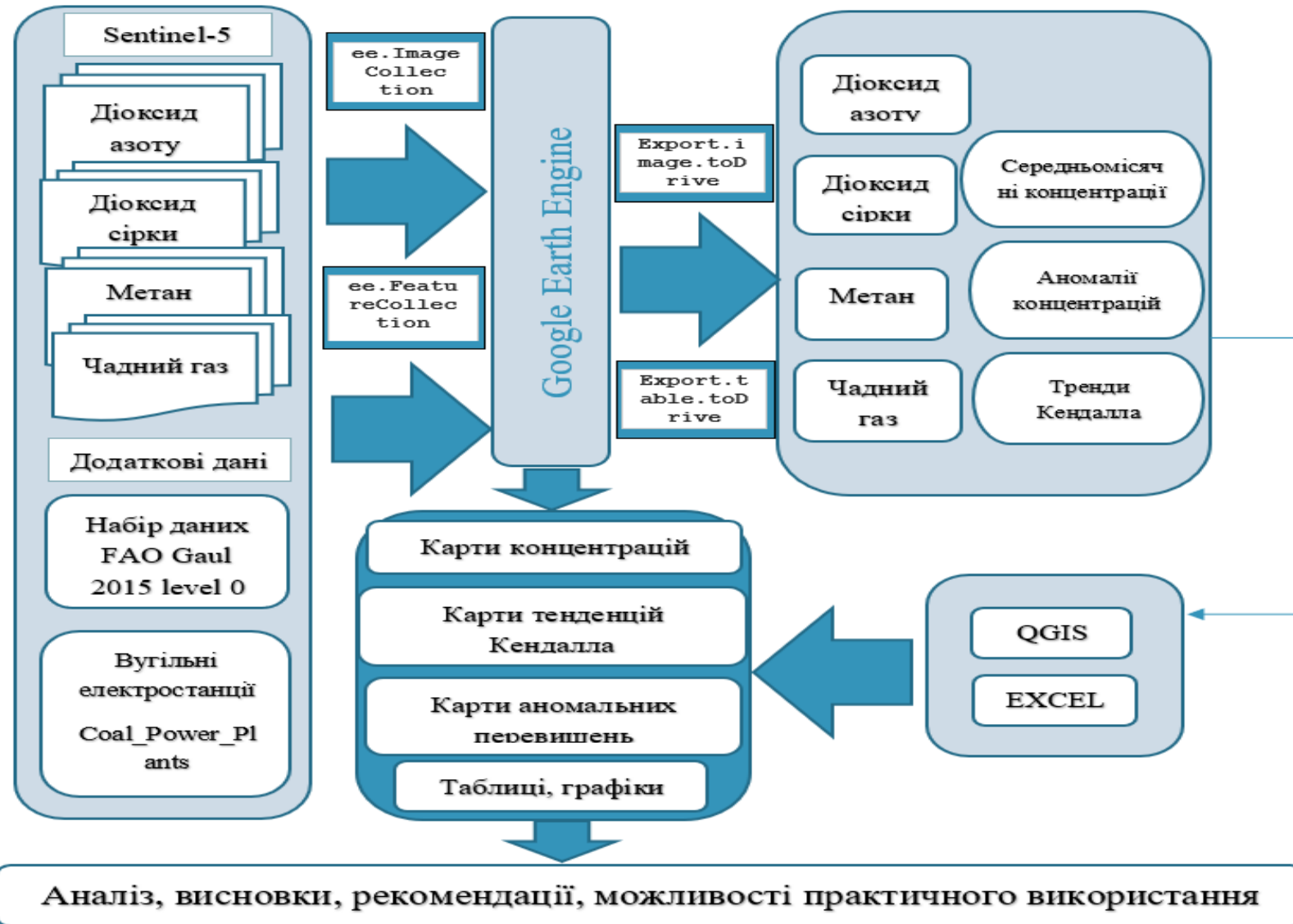
Масштаб

КАРТА

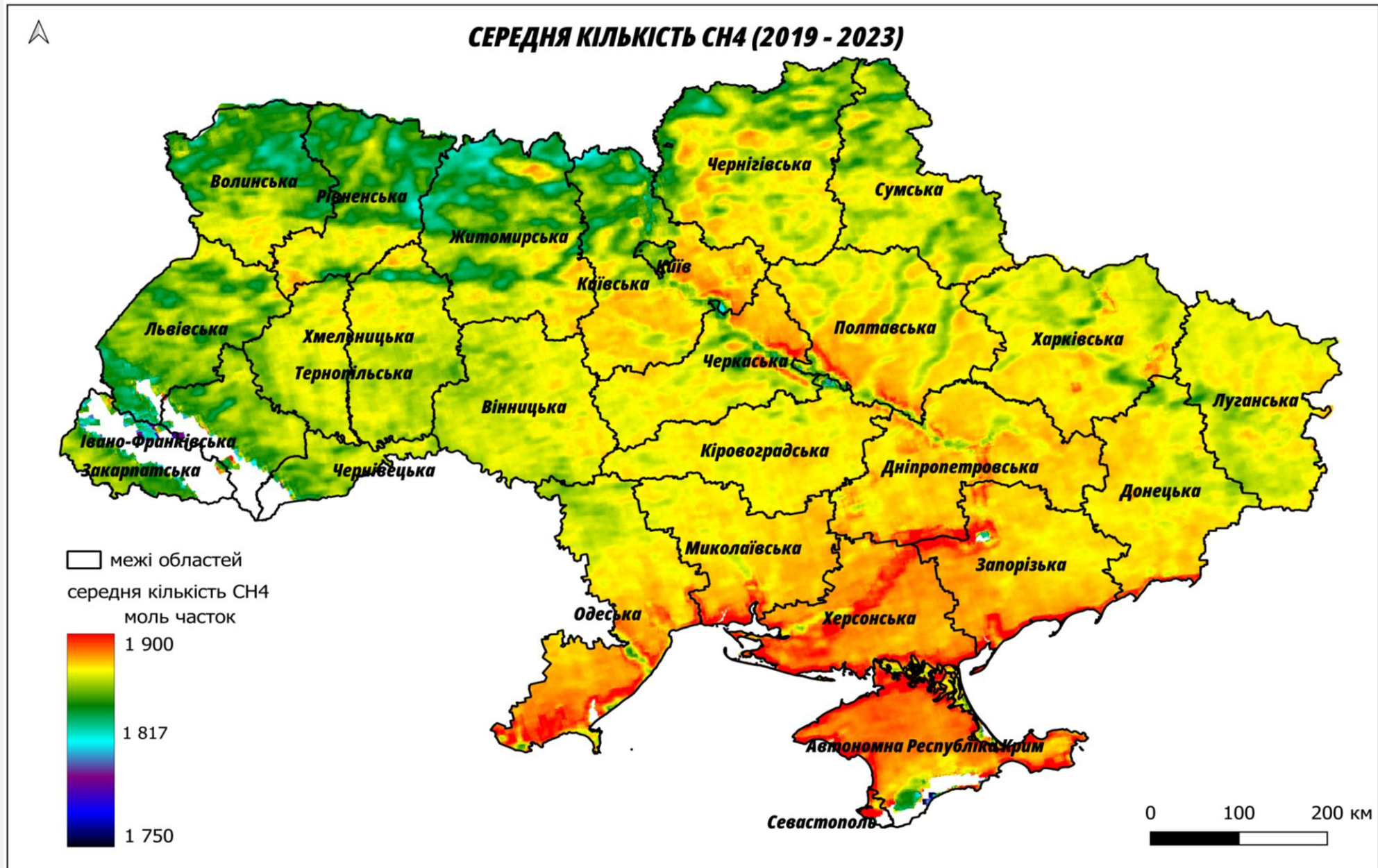
Менеджер шарів

```
1 // This example uses the Sentinel-2 QA band to cloud mask
2 // the collection. The Sentinel-2 cloud flags are less
3 // selective, so the collection is also pre-filtered by the
4 // CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE flag, to use only relatively
5 // cloud-free
6
7 // Function to mask the image using the QA band.
8 function qaMask(i2 QA band,
9               var qa =
10 // Bits 10 and 11 are clouds and cirrus, respectively.
11 // Bits 12 and 13 are clouds and cirrus, respectively.
12 var cloud =
13 var cirrus =
14 // Both 1 and 2 are indicating clear conditions.
15 var mask =
16 // Return the masked and scaled data, without the QA band.
17 return image.updateMask(mask).divide(10000)
18 // Select the B4 band.
19 // Return the masked and scaled data, without the QA band.
20 return image.updateMask(mask).divide(10000)
21 // Select the B4 band.
22
```

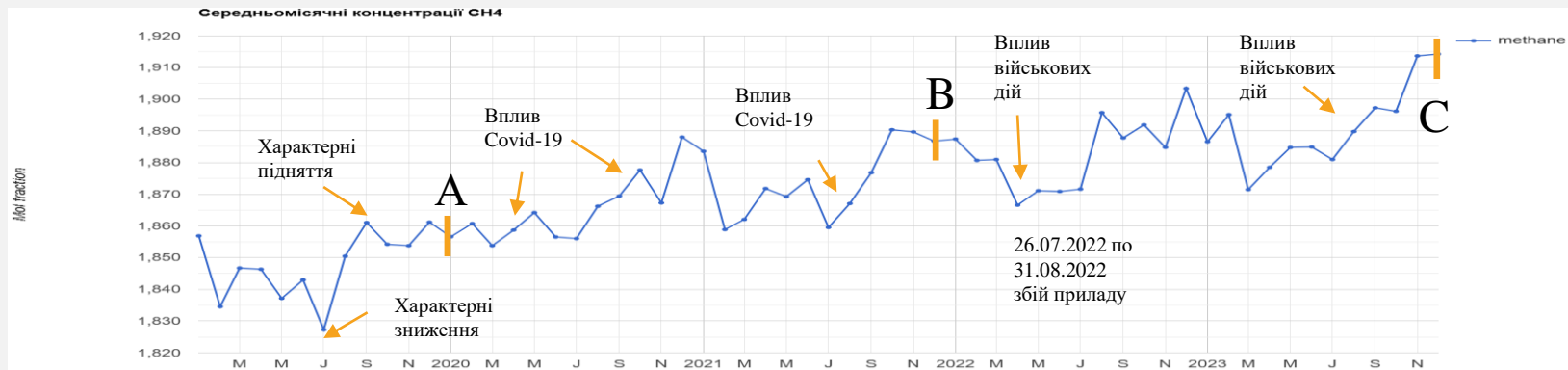
СХЕМА ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІВНЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ ОСНОВНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ АТМОСФЕРИ



ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАНУ



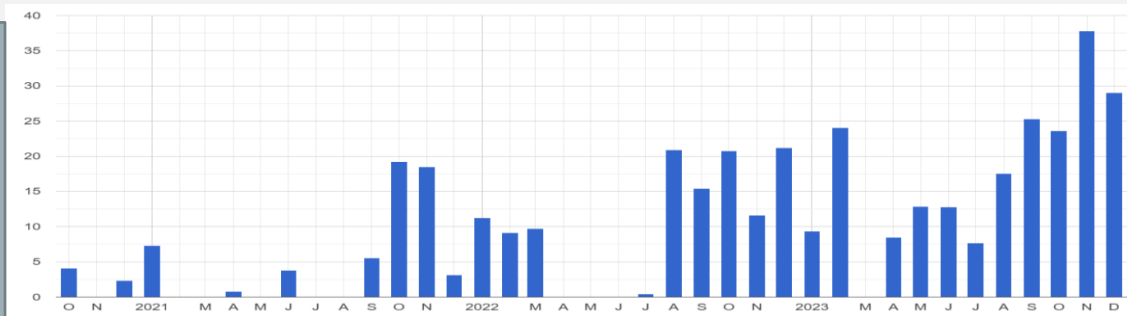
ГРАФІКИ КОНЦЕНТРАЦІЙ МЕТАНУ



ДІАГРАМИ ПЕРЕВИЩЕНЬ МЕТАНУ



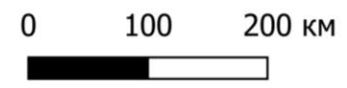
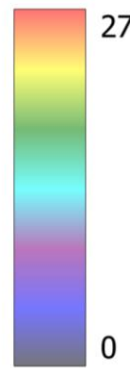
Найбільші
перевищення середніх
концентрацій
спостерігалися в
листопаді 2023 року



СЕРЕДНІ ПЕРЕВИЩЕННЯ СН4 (ПЕРІОД З 2019 ДО 2023)

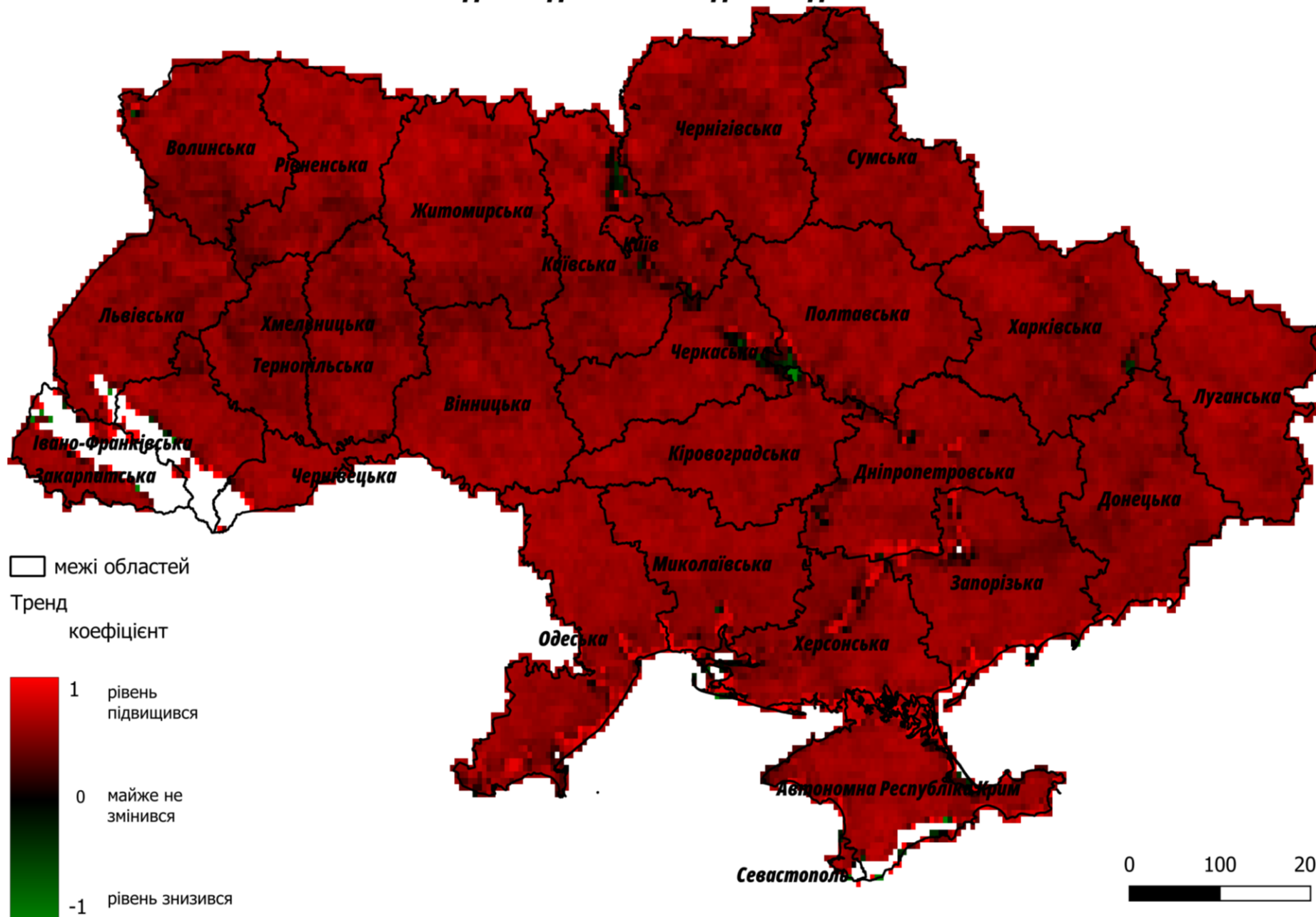


□ межі областей
Середні перевищення СН4
Канал 1: anomaly (Gray)
27,460,792





КАРТА ТРЕНДІВ КЕНДАЛЛА В ПЕРІОД З 2019 ДО 2023 РОКІВ



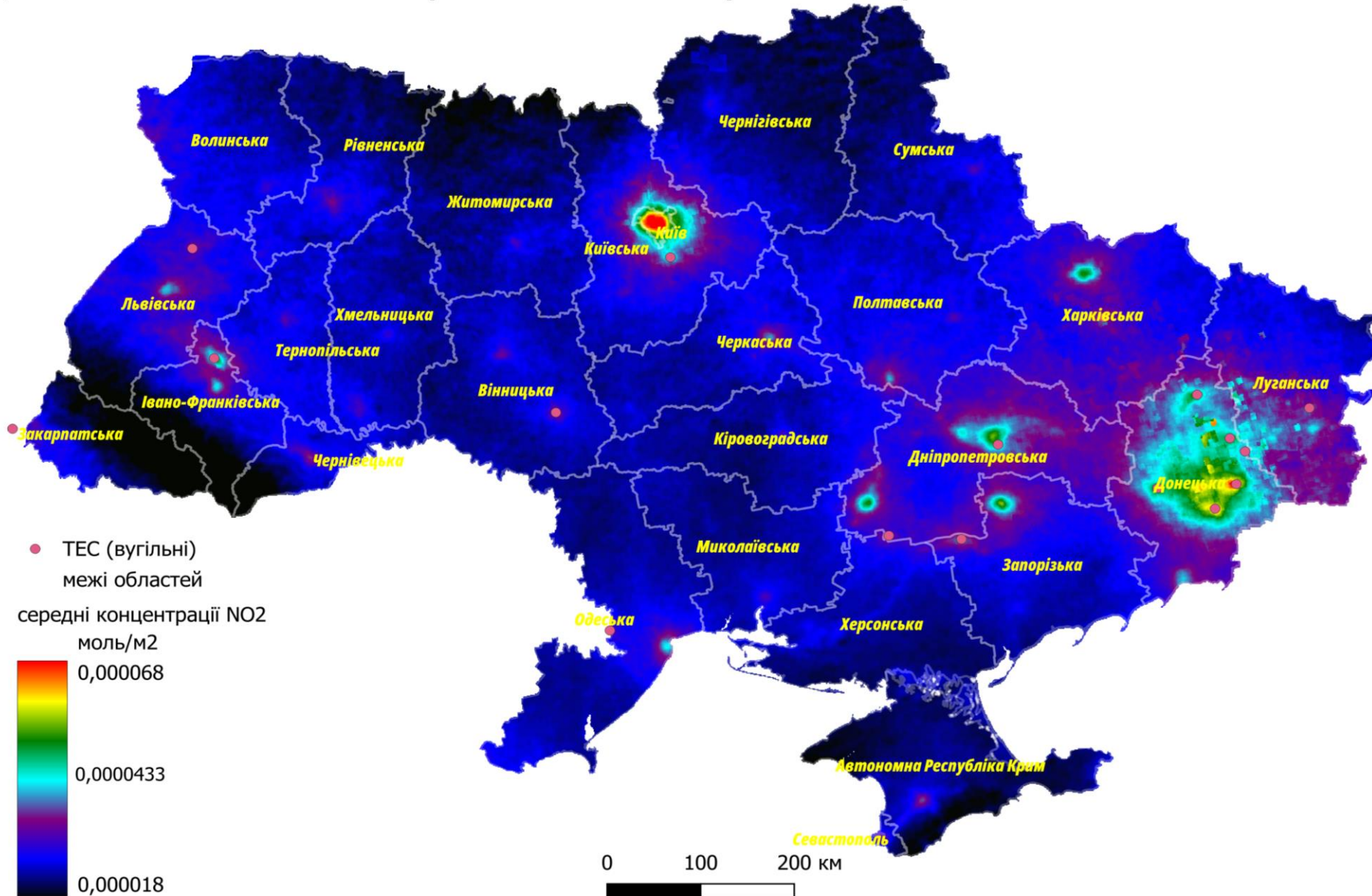
ВИСНОВКИ ПО ДИНАМІЦІ ЗАБРУДНЕННЯ МЕТАНОМ

- Відмічено сезонність концентрацій даного забруднювача, причини: температурні умови впливають на викиди метану від діяльності бактерій влітку-восени (гниття сміттєзвалищ, цвітіння водойм) з піком в листопаді-грудні, коли додається ще й опалювальний сезон, та зниження до мінімумів концентрацій в лютому, низькі концентрації червня, липня та знову пік листопад-грудень.
- Вплив Covid-19: постійний ріст концентрацій, змінилася лише динаміка: з 12 березня 2020 р. до 11 травня 2020 р. зростання в квітні було незначним, не було піків падіння в травні та червні – липні 2020.
- Вплив військових дій: локальні підвищення від викидів зі зруйнованих нафто- та газопроводів, автозаправок, заводів по виробництву ПММ, пожеж на торф'яниках. Порівняно нижчі рівні забруднювача на територіях видобування кам'яного вугілля після зупинки роботи шахт, в кінці 2023 році підвищений рівень концентрації метану над зруйнованим в липні Каховським водосховищем.
- Відбувається постійна тенденцію росту забрудненості газом CH_4 впродовж досліджуваного періоду.

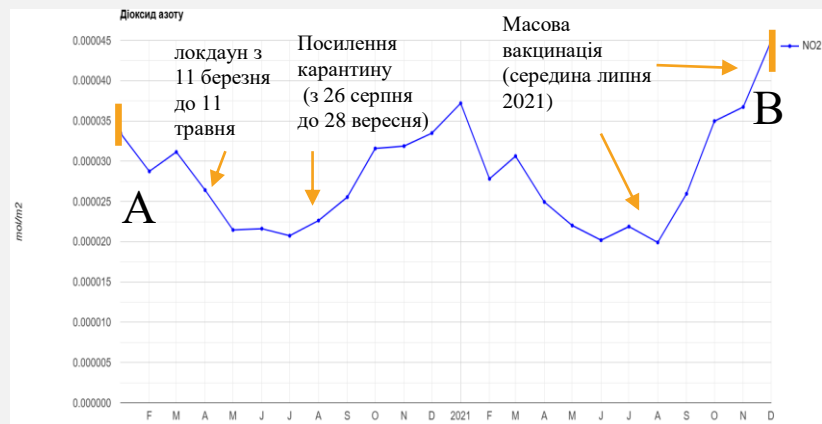
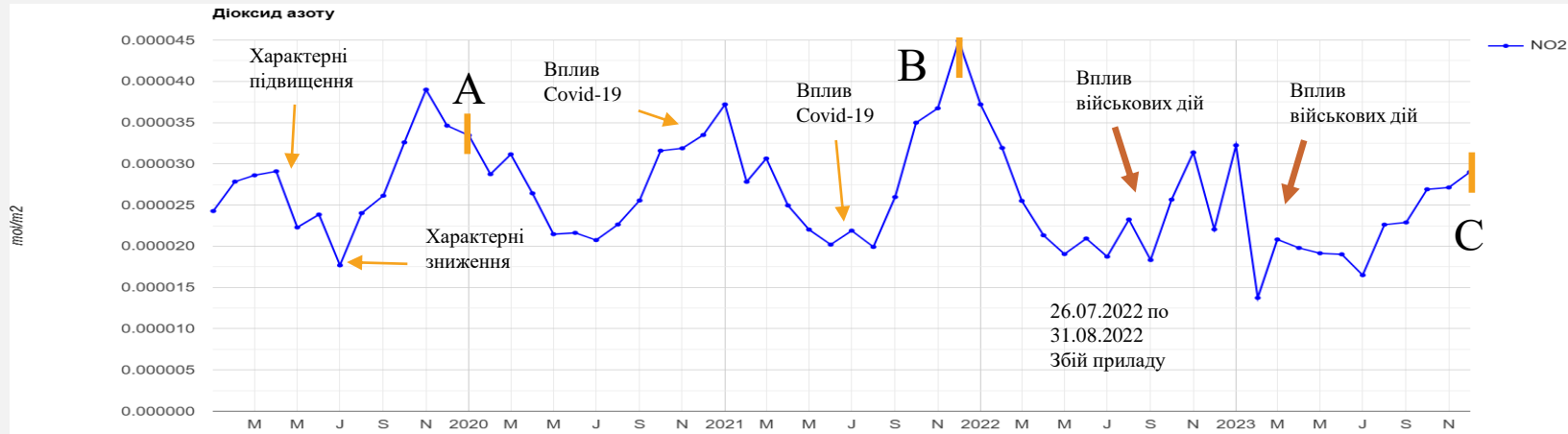
ДОСЛІДЖЕННЯ ДІОКСИДУ АЗОТУ



Середня кількість NO2 в період 2019-2023 р



ГРАФІКИ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДІОКСИДУ АЗОТУ



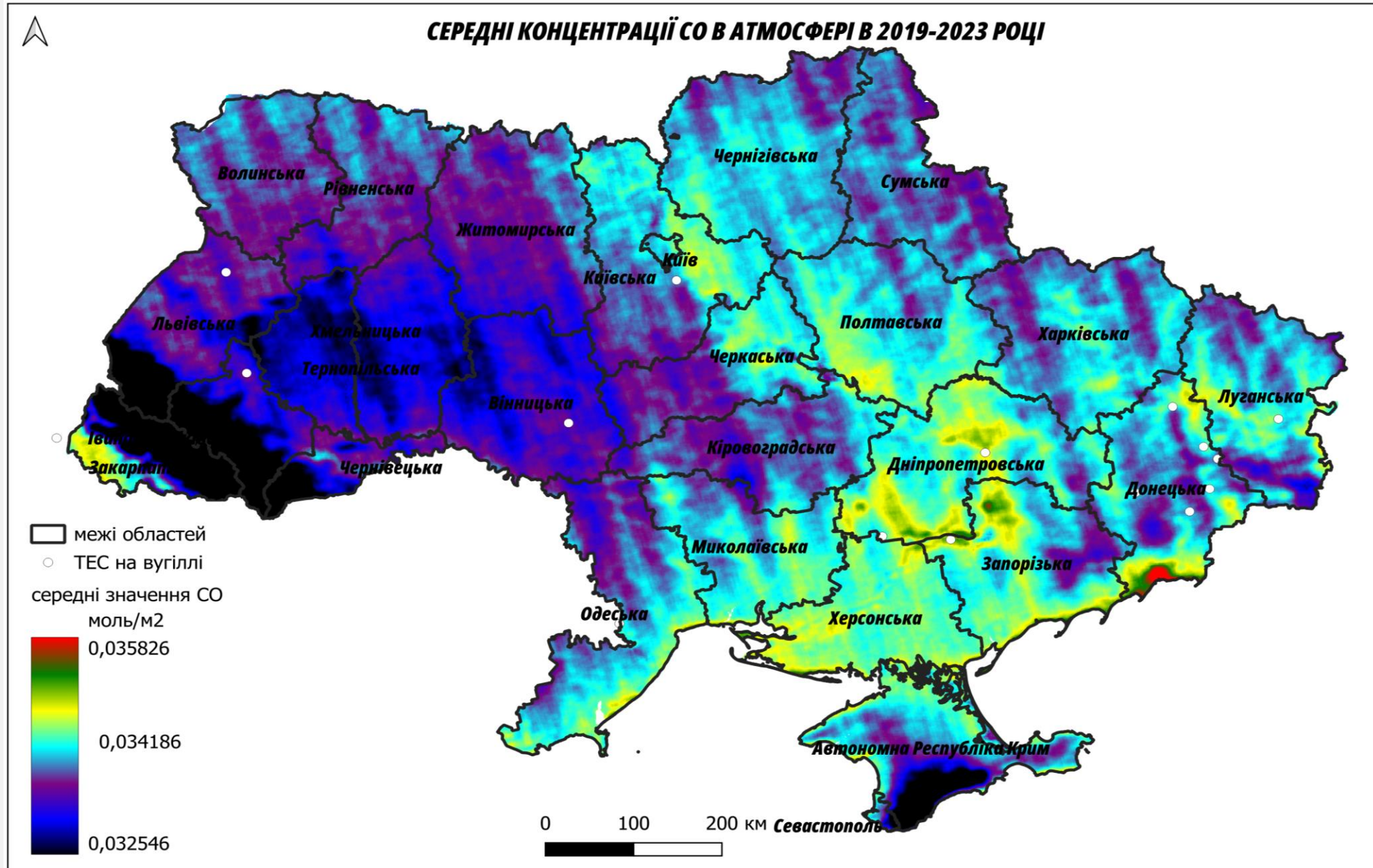
Карта трендів Кендалла NO2 в період 2019-2023 р



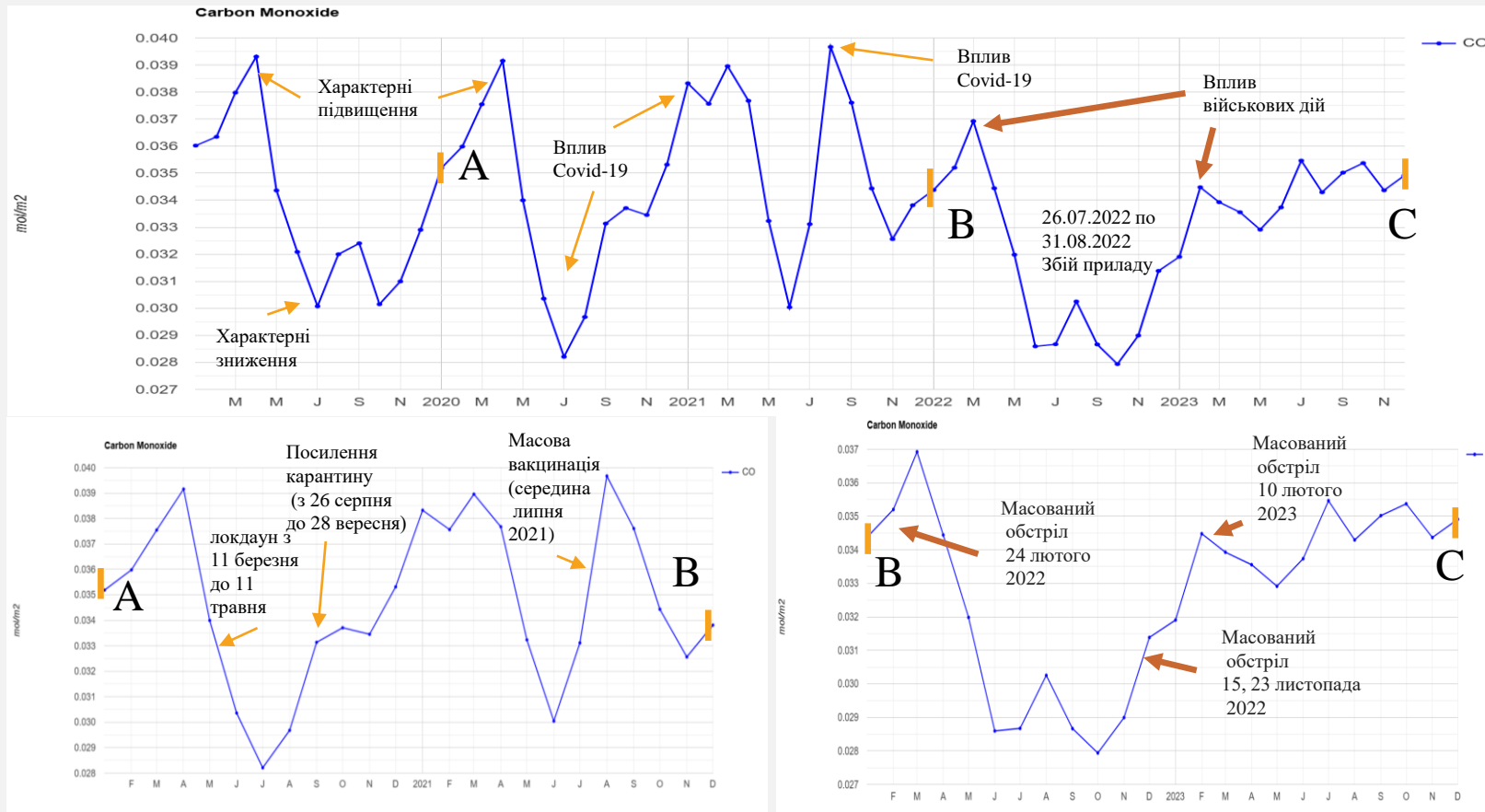
ВИСНОВКИ ПО ДИНАМІЦІ ЗАБРУДНЕННЯ ДІОКСИДОМ АЗОТУ

- Сезонність зміни концентрацій діоксиду азоту зумовлена як природними так і антропогенними факторами
- Зниження концентрацій забруднювача під час карантину спричиненого Covid-19 та збільшення після послаблення умов
- Концентрація діоксиду азоту залежить від місць розташування ТЕС на вугіллі, великої кількості промислових підприємств, наявності автотранспорту.
- Спостережені тенденції до спаду в майже по всій території нашої держави зумовлені руйнуванням чи зупинкою пошкоджених підприємств від бойових дій. Підвищення тенденцій - лише в деяких осередках у Львівській області, Івано-Франківській областях, та в т. о. Донецькій, Луганській, Херсонській областях та в Криму.
- Падіння концентрацій поступово змінюється підняттям, хоча середня кількість газу в 2023 році не перевищує рівня 2019 року.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ

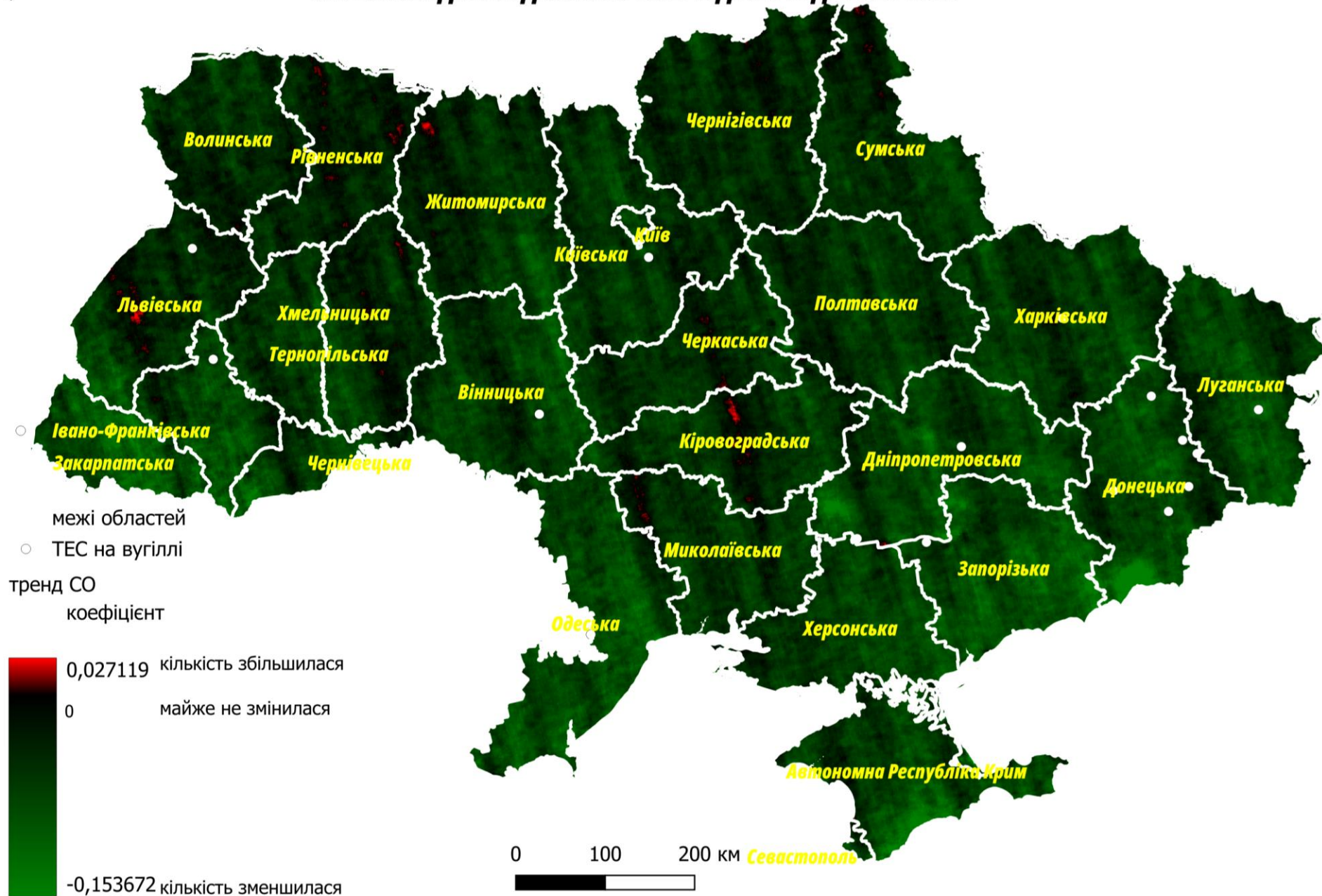


ГРАФІКИ КОНЦЕНТРАЦІЙ МОНООКСИДУ ВУГЛЕЦЮ





КАРТА ТРЕНДІВ КЕНДАЛЛА СО В ПЕРІОД З 2019 ДО 2023 РОКУ

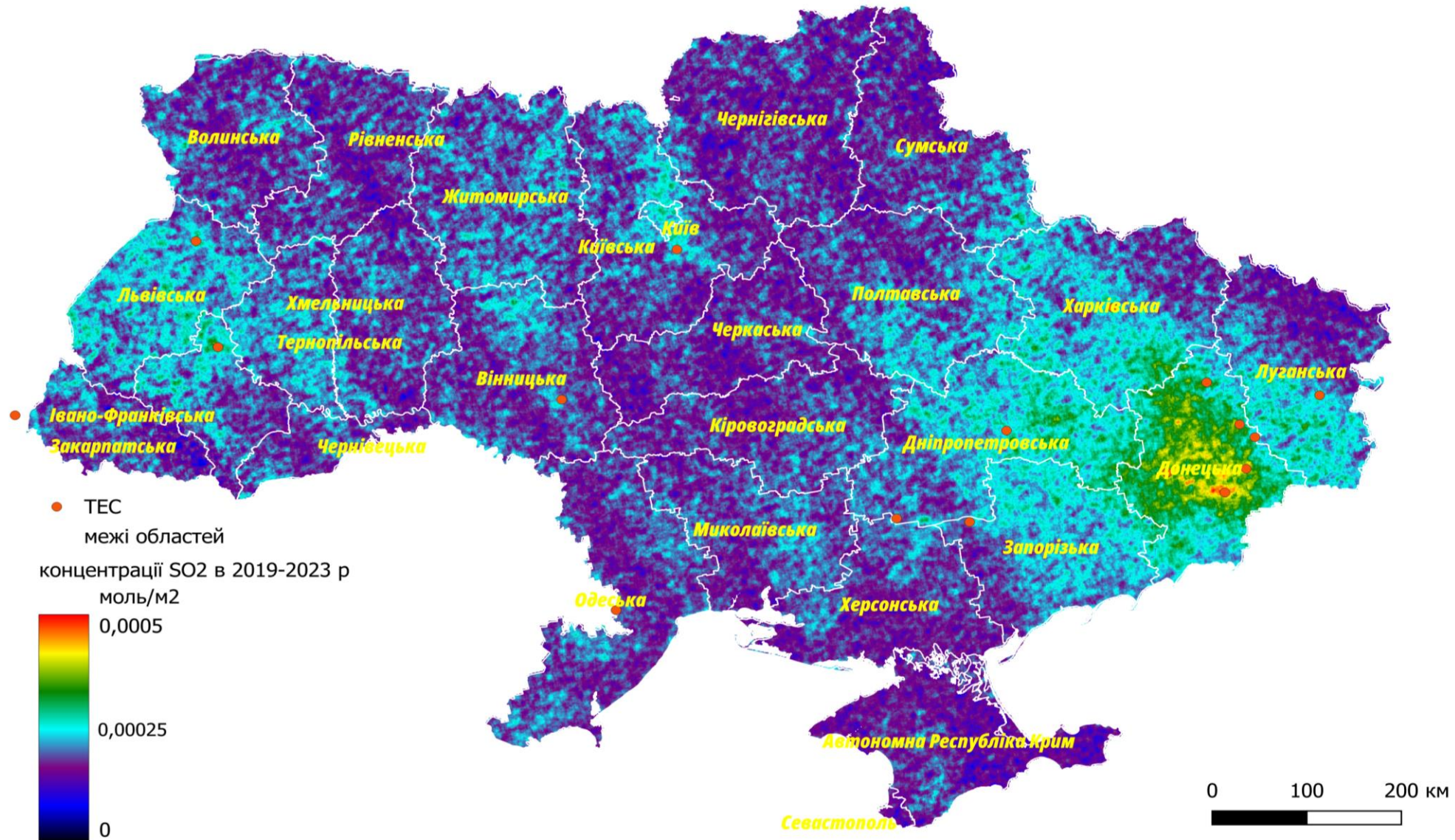


ВИСНОВКИ ПО ДИНАМІЦІ ЗАБРУДНЕННЯ МОНООКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ

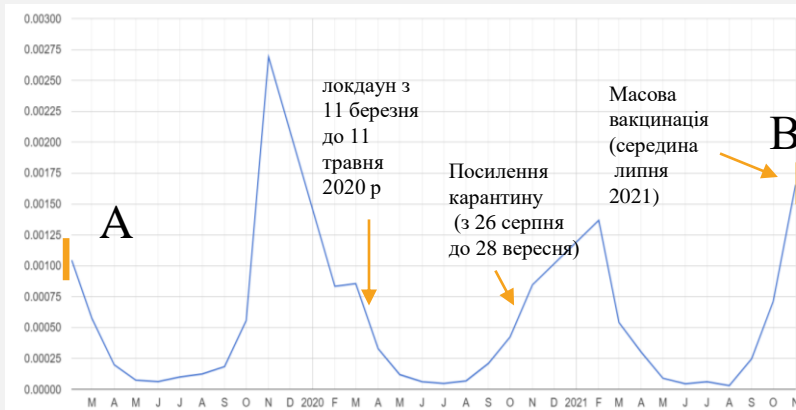
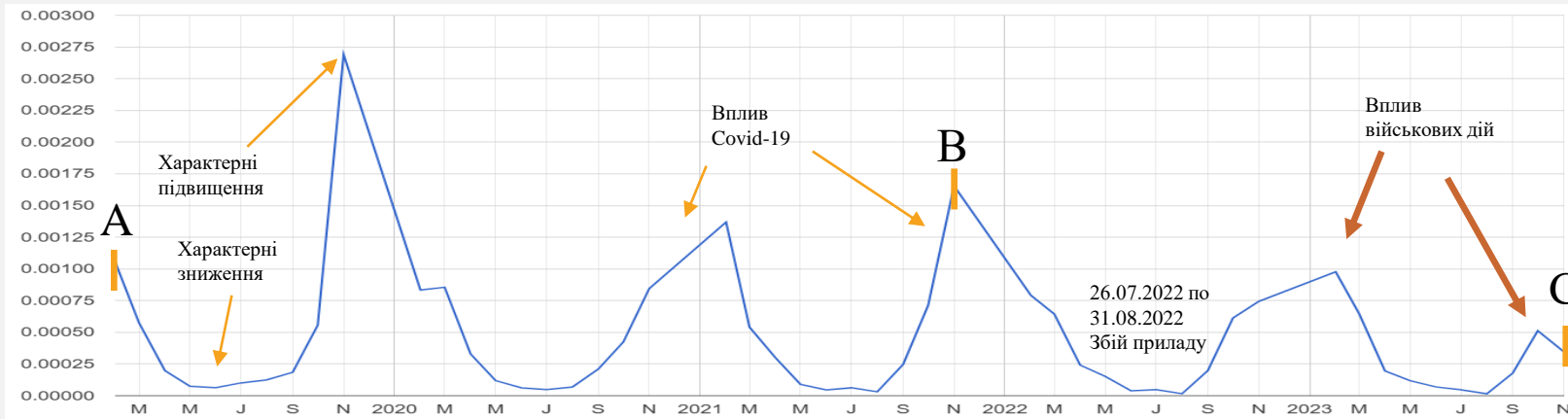
- Забруднення атмосфери України монооксидом вуглецю залежить від рельєфу та руху атмосферного повітря – це природний колообіг вуглецю.
- Виражені сезонні зміни концентрацій: зростання під час опалювального сезону та зниження концентрацій в теплу пору року.
- Відмічено зниження концентрацій вуглецю під час жорстких локдаунів, спричинених Covid - 19, та їхнє підвищення після послаблення карантинних умов.
- Концентрація залежить від місць розташування ТЕС, наявності підприємств металургійної, нафтопереробної галузей, при виробництві будівельних матеріалів, хімічних сполук в яких необхідне використання печей, від наявності котелень та великої кількості транспорту.
- Загалом в Україні помітна тенденція до спаду, але вона зумовлена впливом бойових дій: руйнуванням чи зупинкою підприємств, особливо - виробників сталі, як основних джерел забруднень атмосфери України монооксидом вуглецю

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІОКСИДУ СІРКИ

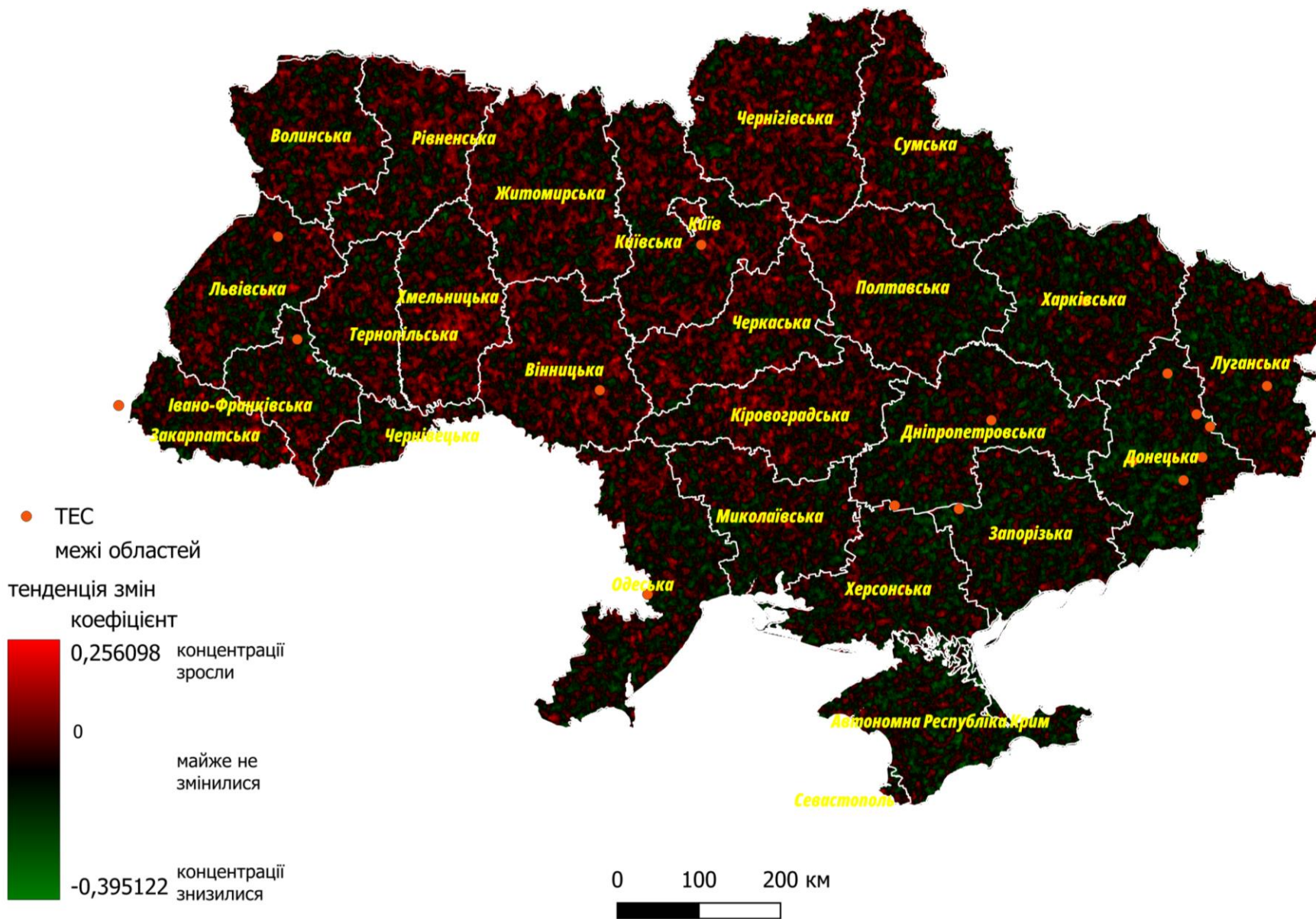
СЕРЕДНІ КОНЦЕНТРАЦІЇ SO₂ В ПЕРІОД З 2019 ДО 2023 РОКУ



ГРАФІКИ КОНЦЕНТРАЦІЙ ДІОКСИДУ СІРКИ



КАРТА ТРЕНДІВ КЕНДАЛЛА SO2 В ПЕРІОД 2019-2023 РОКУ



ВИСНОВКИ ПО ДИНАМІЦІ ЗАБРУДНЕННЯ ДІОКСИДОМ СІРКИ

- Забруднення атмосфери України діоксидом сірки має точковий характер, так як в атмосфері зберігається недовго, близько двох тижнів і дуже залежить від погодних умов, зв'язуючись з вологою випадає у вигляді кислотних дощів.
- Відбувалося помітне зниження концентрацій діоксиду сірки під час карантинних заходів, спричинених Covid – 19.
- Концентрація залежить від близькості розташування ТЕС, наявності підприємств металургійної, хімічної галузей, при виробництві будівельних матеріалів, коли необхідно спалювати кам'яне вугілля, від наявності котелень та великої кількості транспорту.
- Руйнування промисловості та підприємств енергетики спричинило загальний спад концентрацій у воєнний період, але на карті все одно присутні численні локальні перевищення

ПОРІВНЯННЯ ПЕРЕРАХОВАНИХ НОРМ ГДК З НАЙВИЩИМИ СЕРЕДНІМИ КОНЦЕНТРАЦІЯМИ ДОСЛІДЖУВАНИХ РЕЧОВИН

Норма ГДК
0,00624 моль/м²

SO₂



Середньомісячні концентрації CH₄

1920 моль часток =
41,28 моль/м²



Норма ГДК
24,94 моль/м²

CH₄

Прийнята норма помірного забруднення
1 - 5 моль/м² на висоті 1 км

NO₂



Норма ГДК
0,8568 моль/м²

CO



РЕКОМЕНДАЦІЇ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ

- Можливість моніторингу певних видів забруднювачів повітря в реальному часі за допомогою супутникових даних.
- Оцінка вже впроваджених заходів щодо їх ефективності для покращення якості повітря.
- Можливість інтеграції даних супутників та наземних станцій. GEE дозволяє поєднувати інформацію наземних станцій моніторингу (наприклад, дані Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, обласних управлінь екології тощо) та супутникові дані.
- За допомогою GEE здійснюється просторовий аналіз таких даних: густота населення, розташування шкіл, лікарень, природних об'єктів, ТЕС, оцінюється вплив забруднення на здоров'я населення (за моделями, розробленими ВООЗ), аналізуються ризики екосистем (вплив кислотних дощів, аналіз деградації ґрунтів та пошкодження рослинності).
- Для підтримки локальних екологічних ініціатив дану платформу доцільно використати для надання даних місцевим жителям, це підвищить прозорість екологічної інформації та підтримає місцеві ініціативи громадян у програмах щодо покращення якості повітря
- Під час оцінки економічної ефективності заходів GEE знадобиться для визначення найбільш ефективних стратегій боротьби з забрудненням, а гарний аналіз та візуалізація буде в нагоді для залучення до екологічних ініціатив інвесторів та позичальників

ВИСНОВКИ

- GEE є потужною платформою для аналізу супутникових даних і екологічного моніторингу, для дослідження забруднення атмосфери газами, такими як CO, CH₄, NO₂, SO₂,
- Доступність та просторове розрізнення даних. Дані супутника Sentinel-5P (TROPOMI) має середню або низьку просторову роздільну здатність (3км*7км, 7км*7км).
- Частота спостережень. Супутник Sentinel-5P має частоту спостережень один раз на день.
- На точність вимірювань впливають атмосферні умови: хмарність, температура, швидкість вітру, присутність аерозолів. У гірських регіонах або за густих хмар дані будуть неповними, менш якісними.
- Супутникові дані, особливо це стосується метану і діоксиду сірки, потребують додаткової валідації та контролю за допомогою наземних вимірювань. Дані про метан наявні лише мінімум через місяць після проведення супутникової зйомки
- Нами розроблені прості розрахунки, але якщо є потреба в більш точних специфічних наукових дослідженнях хімії атмосфери, то кількість готових інструментів обмежена, і вони потребують глибоких знань програмування JavaScript або Python та роботи з Google Earth Engine.

- В короткий час без застосування спеціальних програм та обладнання, а лише з доступом до комп'ютера та до інтернету, безкоштовно проаналізовано основні забруднювачі атмосфери України CH₄, NO₂, CO, SO₂
- Алгоритми можна застосувати для перевірки концентрації над необхідною територією наприклад містом, чи районом, можна обирати дати обстеження, додавати іншу додаткову інформацію для більш детального аналізу, необхідно лише видозмінити скрипт.
- Карти, графіки, додаткові дані можна завантажити на власний комп'ютер для обробки в інших програмах.
- Порівняння отриманих концентрацій з нормами ГДК та порогоми ВООЗ має неузгоджені моменти щодо одиниць вимірювань. Дані отримані в оптичних одиницях (моль/м²) для великих територій і в великий проміжок часу, не можна застосовувати для порівняння з даними нормативних актів в одиницях об'єму (мг/м³), перерахованих в такі ж одиниці.
- Дослідження за допомогою GEE можна використати для реалізації державних та міжнародних програм із захисту довкілля для моніторингу, аналізу, прогнозування, візуалізації супутникових даних, поєднуючи їх із іншими даними для досліджень.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!