

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АЕРОКОСМІЧНОЇ ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЮ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач випускової кафедри

_____Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

«__» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 193 «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»

Тема: «Використання даних нічного космічного знімання для аналізу стану окупованих територій»

Виконавець: студент групи ГС-209М

Мазур Микита Євгенович

Керівник: к.ф.-м.н., доцент кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою,

Великодський Юрій Іванович _____

Консультант розділу «Охорона навколишнього середовища»:

к.ф.-м.н., доцент кафедри екології Гай Анжела Євгенівна _____

Консультант розділу «Охорона праці»:

асистент Якимець Ірина В'ячеславівна _____

Нормоконтролер: к.е.н, доцент Стецюк Михайло Петрович _____

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра аерокосмічної геодезії та землеустрою

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітньо-професійна програма «Геоінформаційні системи і технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____Юрій ВЕЛИКОДСЬКИЙ

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Мазуру Микиті Євгеновичу

1. Тема роботи «Використання даних нічного космічного знімання для аналізу стану окупованих територій» затверджена наказом ректора від «11» жовтня 2021 р. №2207/ст.
2. Термін виконання роботи: 11.10.2021 р. по 31.12.2021 р.
3. Вихідні дані роботи: нормативна та правова база, дані космічного знімання супутника Suomi NPP, інтернет сайти: публікації, наукові статті та праці вітчизняних і зарубіжних учених за тематикою роботи.
4. Зміст пояснювальної записки. Поняття дистанційного зондування землі, його використання для моніторингу земель. Отримання та використання даних нічного знімання. Характеристика об'єкту дослідження. Використання GEE для отримання NTL даних. Створення полігонів Вороного. Геоприв'язка NTL даних Python. Статистичні дані зміни кількості нічного світлового випромінювання окупованих територій. Охорона навколишнього середовища. Охорона праці.
5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми, графіки.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Опрацювати методичну літературу за темою дипломної роботи	11.10.2021- 24.10.2021	
2	Охарактеризувати об'єкт і предмет дослідження	25.10.2021- 27.10.2021	
3	Проаналізувати наявні програмні засоби, що будуть використовуватись у дослідженні	28.10.2021- 30.10.2021	
4	Отримати дані нічного освітлення Землі (NTL)	01.11.2021- 12.11.2021	
5	Виконати перетворення полігонів населених пунктів у полігони Вороного	13.11.2021- 20.11.2021	
6	Створити програмний засіб для виконання просторового з'єднання даних NTL та отримання електронних таблиць	20.11.2021- 25.11.2021	
7	Проаналізувати отримані статистичні дані нічного освітлення Землі	25.11.2021- 26.12.2021	
8	Дослідити загальні екологічні проблеми, причини та наслідки забруднення природного навколишнього середовища	26.11.2021- 4.12.2021	
9	Провести розрахунки з охорони праці. Сформулювати висновки до дипломної роботи	4.12.2021- 14.12.2021	
10	Оформлення та захист магістерської роботи	14-31.12.2021	

7. Консультанти з окремих розділів:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона навколишнього середовища	Гай Анжела Євгенівна		
Охорона праці	Якимець Ірина В'ячеславівна		

8. Дата видачі завдання: «11» жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи: _____ Великодський Ю.І.

Завдання прийняв до виконання: _____ Мазур М.Є.

РЕФЕРАТ

Дипломна робота на тему: «Використання даних нічного космічного знімання для аналізу стану окупованих територій» має: загальний обсяг 90 сторінок, 4 таблиці, 32 рисунка, 24 використаних джерела.

Мета роботи: дослідити стан окупованих територій на основі даних нічного космічного знімання.

Об'єктом дослідження є нічне випромінення окупованих територій, зокрема Луганської та Донецької областей, а також, Автономної Республіки Крим.

Предметом дослідження є зміна кількості нічного випромінення заданих областей з часу початку окупації, і до сьогодні.

Методи дослідження: В ході роботи поставлені завдання вирішувались з використанням методів описової статистики, аналітичного, економічно-математичного, порівняльного, графічного та програмного.

Результат магістерської роботи має важливе практичне значення для подальшої роботи по створенню та втіленню планів відновлення окупованих територій.

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ, КОСМІЧНЕ ЗНІМАННЯ ТЕРИТОРІЙ, НІЧНЕ КОСМІЧНЕ ЗНІМАННЯ, НІЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ.....	11
1.1. Основне поняття космічного моніторингу	11
1.2. Дані нічного космічного знімання (NTL), та їх використання	12
1.3. Сучасні веб-сервіси, базовані на даних нічного космічного знімання (NTL)	15
Висновки до розділу 1	18
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДОСЛІДЖЕННЯ. ОТРИМАННЯ ДАНИХ НІЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ЗЕМЛІ..	19
2.1. Характеристика території дослідження.....	19
2.2. Характеристика програмних засобів дослідження.....	21
2.3. Використання хмарної платформи GEE для отримання даних нічного освітлення Землі (NTL)	24
2.4. Використання полігонів Вороного для отримання вихідних даних просторового з'єднання об'єктів (QGIS).....	31
2.5. Використання Python для отримання електронних таблиць даних	42
Висновки до розділу 2	45
РОЗДІЛ 3. Аналіз статистичних даних освітлення земної поверхні окупованих територій	46
3.1. Аналіз даних нічного освітлення Автономної Республіки Крим	46
3.2. Аналіз даних нічного освітлення Донецької області	54
3.3. Аналіз даних нічного освітлення Луганської області.....	60
3.4. Результати аналізу даних нічного освітлення.....	64
Висновки до розділу 3	65
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИЩНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА	66
4.1. Забруднення атмосферного повітря.....	66
4.2. Забруднення водних об'єктів.....	69
4.3. Забруднення ґрунтів	71
Висновки до розділу 4	74
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ	75

5.1. Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів діючих у робочій зоні.....	75
5.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.....	77
5.2.1. Методи боротьби з впливом температури, вологості та циркуляції повітря на робочому місці.....	77
5.2.2. Методи боротьби з низькою освітленістю робочої зони	80
5.2.3. Методи боротьби з рівнем шуму на робочому місці.....	81
5.2.4. Методи боротьби з впливом електромагнітного випромінювання, та статичної електрики.....	81
5.3. Пожежо- та вибухонебезпека.....	82
5.4. Інструкція з охорони праці при роботі з персональним комп'ютером	84
Висновки до розділу 5	89
ВИСНОВКИ.....	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	91
Додаток А.....	94
Додаток Б	95

Перелік умовних позначень, скорочень, термінів

DMSP – «Defense Meteorological Satellite Program»

GEE – «Google Earth Engine»

ICUPE - «Integrative and Comprehensive Understanding on Polar Environments»

IGOSP – «Integrated Global Observing Systems for Persistent Pollutants»

NTL – «Night time lights»

QGIS - «Quantum GIS»

SHP – «Shape»

SMURBS - «SMart URBan Solutions»

Suomi NPP - «Suomi National Polar-orbiting Partnership»

VIIRS - «Visible Infrared Imaging Radiometer Suite»

АЕС – Атомна електростанція

ГІС – Геоінформаційні системи

ГОСТ – «Государственный общесоюзный стандарт»

ДБН – Державні будівельні норми

ДСанПіН – Державні санітарні правила і норми

ДСН – Державні санітарні норми

ПЗ – Програмне забезпечення

ПК – Персональний комп'ютер

ТЕС – Теплова електростанція

ВСТУП

Актуальність теми полягає у тому, що використання даних нічного космічного знімання є одною з небагатьох можливостей визначення стану окупованих територій.

Мета даної роботи: дослідити стан окупованих територій на основі даних нічного космічного знімання, та проаналізувати його зміни в порівнянні з попередніми роками.

Для досягнення поставленої мети в дипломній роботі необхідно вирішити наступні **завдання**:

- проаналізувати наявні наукові публікації з заданої теми;
- отримати дані нічного освітлення Землі;
- виконати перетворення полігонів населених пунктів у полігони Вороного;
- виконати просторове з'єднання даних нічного освітлення Землі та полігонів Вороного;
- отримати електронну таблицю статистичних даних нічного освітлення окупованих територій;
- проаналізувати наведені статистичні дані;

Об'єктом дослідження є нічне випромінення окупованих територій, зокрема Луганської та Донецької областей, а також, Автономної Республіки Крим.

Предмет дослідження є зміна кількості нічного випромінення заданих областей з часу початку окупації, і до сьогодні.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше отримано статистичну інформацію змін даних нічного освітлення окупованих територій з 2013 по 2020 роки.

Практичне значення отриманих результатів даної роботи полягає у тому, що результати, отримані у ході магістерської дипломної роботи, мають практичну цінність у визначенні стану окупованих територій, а також, у розробленні планів їх відновлення. Наведені приклади та матеріали дають змогу

на реальних умовах спостерігати динаміку зміни кількості нічного випромінювання територій з моменту їх окупації.

Результати даної роботи можуть бути використані органами державного управління, для ознайомлення та подальшої обробки з метою визначення змін економічного рівня та прогнозування витрат на відновлення окупованих територій.

РОЗДІЛ 1. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЙ

1.1. Основне поняття космічного моніторингу

Космічний моніторинг – моніторинг з використанням космічних засобів спостережень, які дозволяють оперативно виявляти осередки та характер змін навколишнього середовища, простежувати інтенсивність цих процесів, їх амплітуду, тощо.

Матеріали дистанційного зондування отримують у результаті неконтактної зйомки з літальних повітряних та космічних апаратів. Одержувані матеріали дуже різноманітні, вони відрізняються за масштабом, роздільною здатністю, геометричними, спектральними та іншими властивостями. Все залежить від виду та висоти знімання, застосованої апаратури, а також від природних особливостей територій знімань, атмосферних умов, тощо.

Головні властивості дистанційних зображень, особливо корисні для складання карт, - це їхня висока детальність, одночасне охоплення великої кількості територій, можливість отримання повторних знімків та вивчення важкодоступних територій. Завдяки цьому дані дистанційного зондування знайшли різноманітне застосування у картографії: їх використовуються для складання та оперативного оновлення топографічних тематичних карт, картографування маловивчених та важкодоступних районів. [19, с 14-17]

Підсумовуючи, аеро- та космічні знімки є джерелами для створення загальногеографічних і тематичних карт. Зйомки ведуться у видимій, ближній інфрачервоній, тепловій інфрачервоній, радіохвильовій, та ультрафіолетовій зонах спектру. При цьому, знімки можуть бути чорно-білими зональними і панхроматичними, кольоровими, кольоровими спектрональними і навіть, для кращого виділення деяких об'єктів, виконаними в умовних кольорах.

Слід зазначити особливі переваги виконання зйомки у радіодіапазоні. Радіохвилі майже не поглинаються, тому вільно проходять через хмари та туман.

Нічна темрява також не є перешкодою для зйомки, вона ведеться за будь якої погоди, та у будь який час доби.

Головні переваги аерофотознімків, космічних знімків та цифрових видів даних, що отримуються в ході дистанційного зондування, - їх велика оглядовість і одномоментність. Вони покривають великі території одномоментно, та в однакових фізичних умовах. Знімки дають інтегроване і генералізоване зображення всіх об'єктів земної поверхні, а повторне знімання – дає можливість фіксації стану об'єктів у різні моменти часу, та можливість простежування їх динамічних властивостей.

Складання оперативних карт – один з видів використання космічних матеріалів. Для цього проводиться швидка автоматична обробка дистанційних даних, що надходять, та їх перетворення у картографічний формат. Найбільш розповсюджені оперативні метеорологічні карти. В оперативному режимі можна складати карти надзвичайних ситуацій (лісових пожеж, повеней, розвитку несприятливих екологічних ситуацій, тощо).

Оперативне стеження та контроль за станом навколишнього середовища та окремих його компонентів за матеріалами дистанційного зондування називаються аерокосмічним моніторингом.

Моніторинг передбачає не тільки спостереження за процесом або явищем, але також його оцінку, прогноз поширення та розвитку, а також розробку системи заходів, щодо запобігання небезпечним наслідкам. Підсумовуючи, оперативне картографування – є засобом контролю за розвитком явищ та процесів, та забезпечує прийняття управлінських рішень. [20, с 11-14]

1.2. Дані нічного космічного знімання (NTL), та їх використання

Дані нічного космічного знімання, представляють собою набір інформаційних даних про нічне освітлення земної поверхні (NTL). Для отримання даного набору даних спостереження проводяться з комплексу радіометрів видимого інфрачервоного діапазону Visible Infrared Imaging

Radiometer Suite (VIIRS), що встановлений на супутнику Suomi NPP, що був прийнятий в експлуатацію з 2012 року, та прийшов на заміну системам обладнаним операційною системою лінійного сканування Defense Meteorological Satellite Program (DMSP). [15]

Радіометр-сканер VIIRS збирає радіометричні зображення суші, атмосфери, льодовиків та океанів в видимому та інфрачервоному діапазонах електромагнітного спектру. Основні області використання цих радіометричних зображень включають моніторинг та дослідження змін властивостей поверхневої рослинності, земного покриву, гідрологічного циклу, а також енергетичного балансу Землі як у регіональному, так і в глобальному масштабі. Також, дані VIIRS використовуються для оцінки змін земної поверхні, що спричинені зміною клімату.

Для нашого дослідження слід більш широко розкрити можливості використання саме NTL даних. Дистанційне зондування випромінювання світла в нічний час пропонує унікальну перспективу для використання для оцінки кількості населення, електрифікації віддалених районів, моніторингу стихійних лих, надзвичайних ситуацій, бойових конфліктів, а також розповсюдження світлового забруднення.

Спостереження за нічними вогнями забезпечує унікальну перспективу планети. На відміну від денного дистанційного зондування, існує декілька джерел нічного освітлення. До цих джерел входять місячне світло, світло, що безпосередньо випромінюється штучним джерелом (наприклад, будівлями і транспортом), і світло, відбите земною поверхнею, що також відоме як альbedo поверхні. Сніг, що має високе альbedo поверхні в умовах освітленості, може посилити сигнал, що повертається до супутника. З іншого боку, природні поверхні суші з низьким альbedo, такі як водоймища та лісові пологі, відбивають набагато менше світла. Слід зазначити, що, при довгостроковому моніторингу територій, подібне знімання виконується регулярно, і хоча кожен момент знімання є унікальним, дані NTL прийнято розглядати як комплекс декількох таких зніманий, для уникнення світлових аномалій, коли світловіддача деяких

об'єктів може кардинально різнитися через, наприклад, різницю сили місячного світла, що відбивається об'єктом, або погодних умов. [16]

Нічне освітлення земної поверхні робить свій внесок у різні дослідження наук про Землю. Відсіюючи місячне світло та інші сторонні джерела, дослідники можуть систематично відстежувати штучне освітлення, таке як вуличне освітлення, освітлення будинків, рибальських човнів, газових ракет, пожеж, полярного саява, та багато інших видів діяльності людини.

Крім того, дані NTL дають можливість швидко реагувати на наслідки стихійних лих, такими як відключення електроенергії. Це досягається за допомогою високого просторового розрізнення знімків, та регулярності їх створення. У цьому випадку розглядається конкретний знімок, а не їх комплекс, а отримання таких даних з допомогою ДЗЗ не перешкоджається їх збиранню у районах, що постраждали від пошкоджень, або мають проблеми з доступом. Падіння кількості NTL можна побачити на наступному рисунку 1.1.

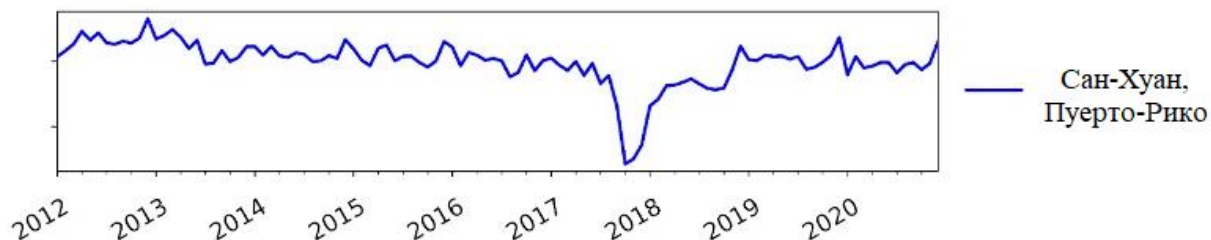


Рис. 1.1. Зміна структури нічного випромінення міста Сан-Хуан, Пуерто-Рико в наслідок руйнівного впливу урагану Марія

Дані NTL також використовуються для визначення та відстеження біологічного впливу світла на навколишнє середовище. З ростом населення та урбанізації міста люди усе далі вторгаються в природне середовище. Дика природа в міських центрах, або поблизу них, стикається з новими факторами стресу, такими як штучне освітлення, що призводить до змін природних умов цих територій.

Дані NTL дають уявлення про соціальні, економічні та культурні моделі та поведінку в міському середовищі, починаючи з електрифікації, спричиненої конфліктом міграції, проведенням свят, тощо. Прикладом подібного використання оброблених даних NTL можна навести наступний рисунок 1.2.

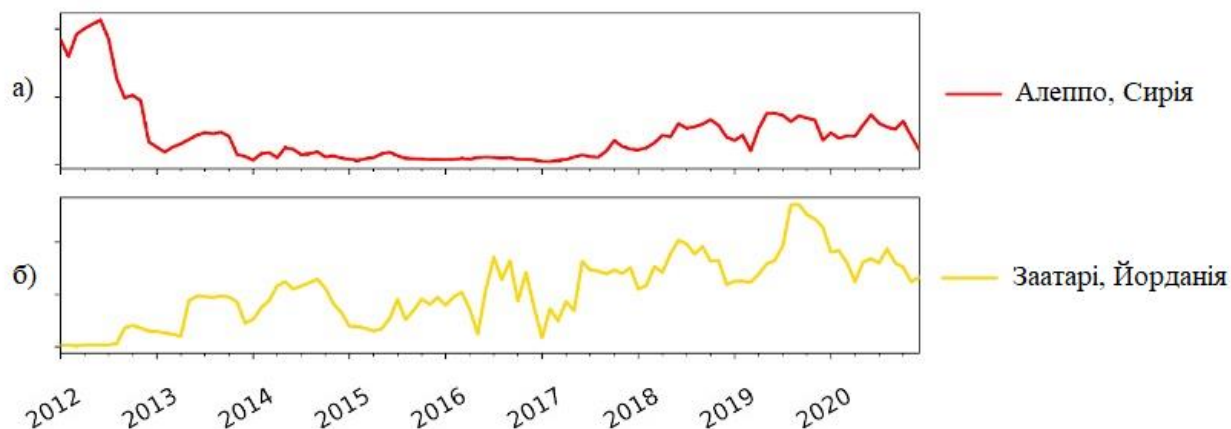


Рис. 1.2. Зміна структури нічного випромінення: а) Місто Алеппо, Сирія;
б) Табір біженців Заатарі, Йорданія

На рисунку 1.1 зображена зміна кількості NTL в місті Алеппо, в Сирії, що є наслідком Сирійського конфлікту і переміщення населення, що почалося у 2013 році, і супроводжувалося різким зниженням кількості нічного освітлення, а також, збільшення кількості NTL у таборі Заатарі, в Йорданії, що став одним найбільших таборів біженців з Сирії.

1.3. Сучасні веб-сервіси, базовані на даних нічного космічного знімання (NTL)

Різноманітність можливостей використання даних NTL дала поштовх до створення великої кількості сервісів, що базовані на цих даних, інформація про принцип їх роботи відповідає темі дипломної роботи, та буде корисна для подальшого опрацювання в ході створення власної системи обробки даних NTL.

ERA – Planet

Європейська організація з створення і підтримки проектів та веб-сервісів в області екологічного моніторингу землі. Причиною її заснування було велике нагромадження даних та знань з різних аспектів екологічного моніторингу, що збирались та архівувались за допомогою великої кількості унікальних систем, а тому обмін даними та знаннями між зацікавленими сторонами був ускладнений. Мета організації – створення однієї, загальної, бази даних, інформація з якої буде оброблена та структурована, а на базі цієї інформації можливо буде вільно створювати веб-сервіси, які будуть задовольняти потреби споживача, а також сприяння та виконання партнерських проектів.

На сьогодні, ERA – Planet включає наступні проекти:

- SMURBS – Smart URBan Solutions – проект, що направлений на дослідження екологічних проблем, таких як зниження якості повітря, протидії стихійним лихам, та швидкого зростання кількості забудови;
- GEO – essential – проект, направлений на визначення ефективного використання ресурсів, та екологічно безпечного управління довкіллям;
- IGOSP – проект, що представляє собою обчислювальну платформу, де вчені, зацікавлені особи, та громадяни можуть виявляти, аналізувати та отримувати інформацію про впливи ртутного забруднення Землі;
- ICUPE – проект всебічного дослідження полярного середовища, причин та методів протидії його забруднення. [11]

Radiance light trends.

Один із веб-сервісів, що входять до більш комплексного проекту під назвою GEO - essential. Radiance light trends дозволяє відстежувати розповсюдження нічного світла майже в усьому світі з 1992 року по останній місяць. Дані NTL до веб-сервісу надходять від двох супутникових датчиків, про які ми згадували раніше, а саме DMSP, який вийшов з використання у 2013 році, після початку використання комплексу радіометрів VIIRS у 2012 році.

Проте, використання різних супутникових систем сканування постановило ряд проблем, які стало неможливо вирішити. Супутникова система зі сканерами DMSР проходила по іншій орбіті, і різниця між супутниковими знімками з неї, та супутникової системи VIIRS у одній точці часу становила близько 5 годин, тому, через різницю часу, наразі система використовує 2 бази даних NTL, з 1992 року по 2012 рік, та з 2012 року, і до сьогодні.

Причиною створення веб-сервісу Radiance light trends стала потреба швидкої обробки даних, що надходять з супутникових систем, а також автоматизація цього процесу, крім цього, для виконання процесів окрім завантаження вихідних даних, потрібні були спеціалісти з спеціальними знаннями, для підбору регіону та його подальшого аналізу.

Radiance light trends є відкритим веб-сервісом, в якому кожен охочий може розрахувати рівень світлового забруднення територій, а нові супутникові дані автоматично заносяться до бази даних, тому він залишається актуальним для зацікавлених громадян, журналістів, а також муніципальних адміністрацій чи компаній. Негатив відображення даних NTL даного веб-сервісу можна побачити на рисунку 1.3.

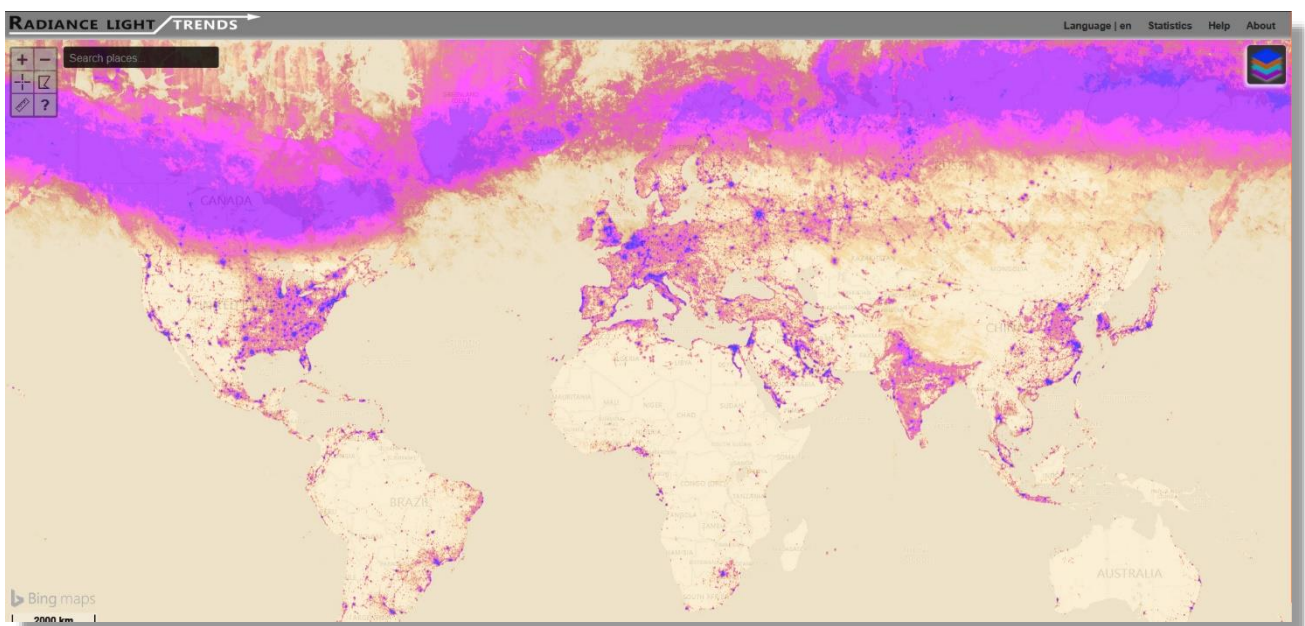


Рис. 1.3. Відкритий веб-сервіс Radian lights trends (негатив)

Earth at Night

Веб-сервіс Earth at Night це частина проекту GoogleEarth, яка займається створенням 3D моделі Землі, з відображенням на її поверхні даних нічного освітлення. Як і веб-сервіс Radiance light trends використовує оброблені космічні знімки супутника Suomi-NPP.



Рис. 1.4. Відображення даних NTL веб сервісу Earth at Night

Висновки до розділу 1

У першому розділі розглянуто поняття космічного моніторингу земної поверхні, його види, методи, переваги та способи його використання. Висвітлено поняття моніторингу нічної освітленості земної поверхні, розкрита його суть, методи отримання даних та причини використання, а також наведені приклади сучасних веб-сервісів, що базуються на даному виді знімання.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ТА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДОСЛІДЖЕННЯ. ОТРИМАННЯ ДАНИХ НІЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ЗЕМЛІ

2.1. Характеристика території дослідження

Окупованою територією називається територія, якщо вона дійсно знаходиться при владі ворожої армії. [9, ст.42]

Тимчасово окуповані території України – частини території України, в межах яких окупаційні сили Російської Федерації встановили та здійснюють ефективний загальний контроль, а саме:

1. Сухопутна територія у межах Автономної Республіки Крим та міста Севастополя, окремих районів, міст, селищ і сіл Донецької та Луганської областей, внутрішні води України цих територій;

2. Внутрішні морські води, прилеглі до сухопутних територій, визначених п.1, і територіальне море України навколо Кримського півострова;

3. Надра під територіями, визначеними п.1 та п.2, а також повітряний простір над цими територіями. [8]

Таким чином відповідно до п.1, окупованою територією, яка відповідає предмету дослідження, можна назвати сухопутну територію Автономної Республіки Крим, а також Донецької та Луганської області.

Окупація Автономної Республіки Крим відбулася у лютому 2014 року. В Криму з'явилися озброєні люди в формі без розпізнавальних знаків, які захопили будівлю Верховної Ради Криму, Сімферопольський аеропорт, Керченську поромну переправу, та інші стратегічні об'єкти, а також почали блокувати дії українських військових.

16 березня 2014 року, на території Автономної Республіки Крим і Севастополя відбувся “референдум”, а вже 18 березня з боку Російської Федерації було оголошено про приєднання Криму.

Офіційно Верховна Рада України визнала 20 лютого 2014 року датою початку тимчасової окупацію Криму і Севастополя.

Під час захоплення Автономної Республіки Крим і Севастополя, активних бойових дій не велося, глобальних пошкоджень інфраструктури не відбулося, тому, з боку дослідження, слід розглядати зміну даних NTL, як наслідок переміщення населення та змінення економічної складової даних територій в цілому. [22]

Окупація Донецької та Луганської областей відбулася у квітні 2014 року. Перші бойові дії на території областей почалися 12 квітня 2014 року з захоплення наступних українських міст – Слов'янська, Краматорська та Дружківки. Далі, після швидкого розвитку подій, окупація перейшла на Горлівку, та інші міста Донецької та Луганської областей.

13 квітня 2014 року було проголошено про початок Антитерористичної операції, а 11 травня – на окупованих територіях був проведений другий “референдум”, результатом якого було проголошення суверенних Донецької та Луганської народних республік (ДНР та ЛНР, відповідно). [23] [24]

З моменту проголошення ДНР та ЛНР за тимчасово окуповані території шли тривалі бої з використанням важкої бронетехніки, авіації, та систем залпового вогню, в яких постраждала велика кількість інфраструктури території дослідження. На момент початку листопаду 2021 року, бойові дії тривають, а відповідно до Указу Президента України №32/2019 «Про межі та перелік районів, міст, селищ і сіл, частин їх територій, тимчасово окупованих у Донецькій та Луганській областях» окупованими визнані наступні райони Донецької та Луганської області:

- Горлівський район;
- Донецький район;
- Кальміуський район;
- Довжанський район;
- Луганський район;

- Ровеньківський район;

В межах дослідження зміну даних NTL даних територій, слід розглядати як сукупність інформації про знищення, чи пошкодження, інфраструктури територій, переміщення населення, а також падіння економічної складової.

Відповідно до Закону України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України», повітряний простір над окупованими територіями вважається територією ворожої держави, тому використання літальних апаратів для проведення аерофотознімання цих територій є неможливим, а використання даних супутникового знімання стає найбільш актуальним методом їх дослідження. [8]

2.2. Характеристика програмних засобів дослідження

Для отримання та обробки даних нічної освітленості Землі в ході роботи будуть використовуватись наступні програмні засоби.

Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) – хмарна платформа призначена для накопичення, обробки та візуалізації геопросторових даних. GEE представляє користувачу величезний каталог загальнодоступних і безкоштовних наборів геопросторових даних, дає можливість обробки цих даних використовуючи платформу Google, має повнофункціональні редактори коду, що використовують мови програмування JavaScript, Python та REST.

Google Earth Engine широко використовується вченими, дослідниками та розробниками різноманітного ПО для визначення змін на поверхності Землі, картографування тенденцій цих змін, та якісної оцінки поверхні Землі. [12]

Для виконання дослідження, буде використовуватись редактор коду, що вбудований до GEE, а мовою програмування стане JavaScript. Метою використання даного редактору, буде отримання файлів з набором геопросторових даних («shape-файлів», або «shapefile»), тобто, файлів формату SHP.

JavaScript – мова програмування широкого спектру використання, що можна застосовується для:

- написання сценаріїв веб-сторінок для надання їм інтерактивності;
- створення веб-застосунків;
- програмування на боці сервера;
- створення стаціонарних застосунків;
- створення мобільних застосунків;
- створення сценаріїв в прикладних програмах;
- використання всередині PDF-документів.

Файли формату SHP, або «shapefile» – це прості файли для зберігання геометричних координат та атрибутивної інформації географічних об’єктів. Географічні об’єкти в цих файлах можуть бути виражені точками, лініями, чи полігонами (площинами). Також, додатком до файлів формату SHP, зазвичай слугують файли таблиць (dBASE), що зберігають додаткову атрибутивну інформацію, яка зв’язана з географічними об’єктами, представленими в файлах SHP.

IDE Spyder

Spyder – це інтегроване середовище розробки, або IDE, що призначене для розробки програмного забезпечення (ПЗ), на базі мови програмування Python. Основні функції Spyder, як IDE полягають у можливостях:

- Збереження файлів. Можливості відкриття файлів у тому ж стані, що було при їх закритті;
- Виконання коду програми із середовища програмування. Можливість виконувати код програми, не виходячи з редактору коду.
- Підтримка пошагової перевірки коду. Можливість виконати код програми покроково, для знаходження помилок в його написанні.
- Підсвічування синтаксису. Можливість швидкого пошуку за ключовим словом.

- Автоматичне формування коду. Додаткова функція, яка сама розпізнає код програми, та допомагає користувачу в написанні коду. (наприклад, розпізнає двокрапку після виразу і автоматично робить відступи на наступному рядку коду.)

Слід зазначити, що Spyder не є єдиним IDE для виконання поставленого завдання, тобто використання його для програмування на базі мови Python, для виконання можна обрати будь який інший IDE, такий як PyCharm, Thonny, тощо.

Python – багатоцільова мова програмування, яка дозволяє писати код, що добре читається. Простота мови дозволяє створювати програми, які будуть набагато коротше своїх аналогів, написаних на інших мовах програмування. Також, Python, має свою власну стандартну бібліотеку, що встановлюється з ним в комплекті, і містить готові інструменти для роботи з операційними системами, базами даних, веб-сторінками та застосунками, а також різними форматами даних, для виконання графічних побудов, тощо. [14]

Також, Python є модульною системою, а це означає, що він може працювати використовуючи окремі додаткові програмні бібліотеки для своєї роботи. В нашому випадку додатковими бібліотеками для використання стануть Pandas, та GeoPandas.

Pandas – програмна бібліотека на мові програмування Python, що використовується для обробки, та аналізу даних. Pandas, в свою чергу, бібліотека, що побудована на основі бібліотеки NumPy, що повністю розкриває та доповнює її функції. Призначена бібліотека для виконання операцій з числовими таблицями, та тимчасовими рядками.

GeoPandas – програмна бібліотека, яка, в свою чергу, розширює можливості використання бібліотек Pandas та Shapely. Її мета – спростити роботу з геопросторовими даними в Python, без використання просторових баз даних, таких як PostGis.

В ході роботи мова програмування Python буде використовуватись для отримання статистичної інформації про нічне освітлення окупованих територій, шляхом геодезичної прив'язки отриманих NTL даних за допомогою бібліотеки

GeoPandas, та виводу кінцевого результату у вигляді табличних даних, за допомогою бібліотеки Pandas.

QGIS Desktop

QGIS, або Quantum GIS – сучасна безкоштовна ГІС з відкритим вихідним кодом, що дозволяє створювати, редагувати, візуалізувати, аналізувати та публікувати геопросторову інформацію на Windows, Mac OS, Linux, BSD та Android.

Головна перевага QGIS, це можливість створення і редагування векторних даних, а також їх експорт в інші формати. Зокрема, QGIS, надає такі можливості роботи з даними:

- Інструменти оцифрування для форматів, що підтримуються програмою, та векторних шарів;
- Створення та редагування «shape-файлів» та векторних шарів;
- Геокодування зображень за допомогою модуля просторової прив'язки;
- Керування атрибутами векторних даних;
- Збереження знімків екрана як зображень із просторовою прив'язкою, тощо.

Таким чином можна побачити, що QGIS є досить широкою у своєму використанні програмою. В ході дослідження QGIS буде використовуватись для роботи з «shape-файлами», отримання вихідної інформації, а також для візуалізації проміжних та кінцевих даних.

2.3. Використання хмарної платформи GEE для отримання даних нічного освітлення Землі (NTL)

Робота з платформою Google Earth Engine, перш за все, починається з реєстрації свого власного акаунту Google, якщо його у вас немає, або входу до свого облікового запису, за його наявності.

Далі, на сайті GEE обираємо розділ Code Editor, та створюємо новий скрипт:

Create file

Enter a name or path for the file:

users/Cherno/LS_Mazyr File Name

Enter description (optional):

CANCEL OK

Рис. 2.1. Створення нового скрипта GEE

Після створення нового скрипту, ми отримаємо робоче поле, яке призначено для створення, редагування та виконання програм, написаних мовою програмування JavaScript.

Як зазначалось раніше, ми будемо використовувати GEE для отримання «share-файлів» з інформацією про нічне освітлення Землі, та просторовою прив'язкою цих даних.

Перш за все, потрібно більш детально розглянути принцип отримання такої інформації. Як було сказано раніше, дані нічного освітлення Землі, це оцифрована інформація про світлове випромінення земної поверхні, тобто випромінення штучних джерел, з введенням поправок для нівелювання впливу місячного сяйва та альbedo поверхні.

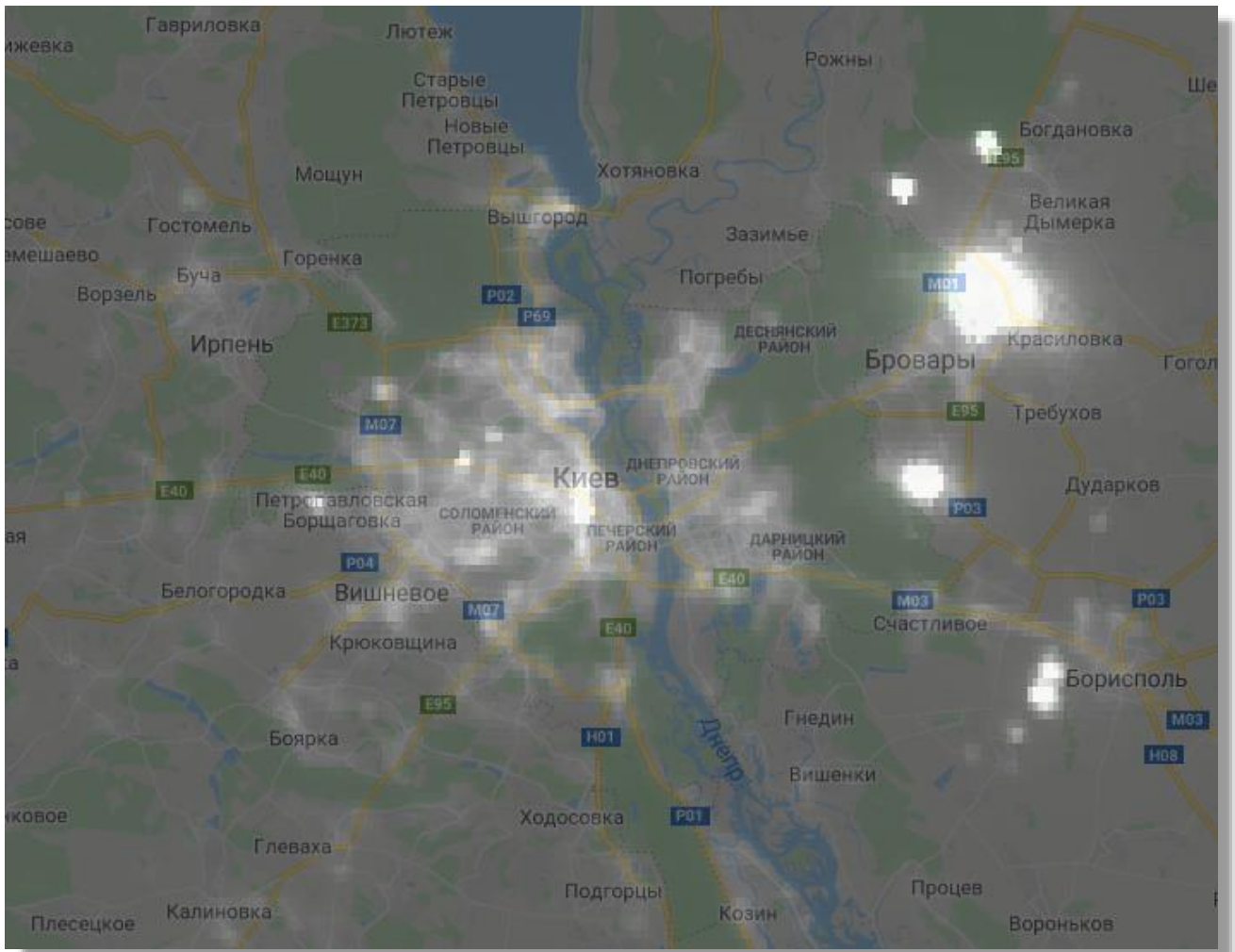


Рис. 2.2. Нічне освітлення Києва, та Київської області

Як видно з рисунку 2.2, освітлення території не є рівномірним. Причиною цього є різна кількість випромінюваного світла в різних частинах міста та області, що спричинена різною кількістю населення, типом інфраструктури, та наявності на території спеціальних будівель. Наприклад, різке збільшення випромінюваного світла в районі м. Бровари, а саме в селищах Калинівка, Перемога та Квітневе, зумовлене знаходженням на їх території промислового комплексу «Асканія-Флора» з значною кількістю промислових теплиць, які випромінюють велику кількість світла в нічний час. Це можна побачити на рисунку 2.3.

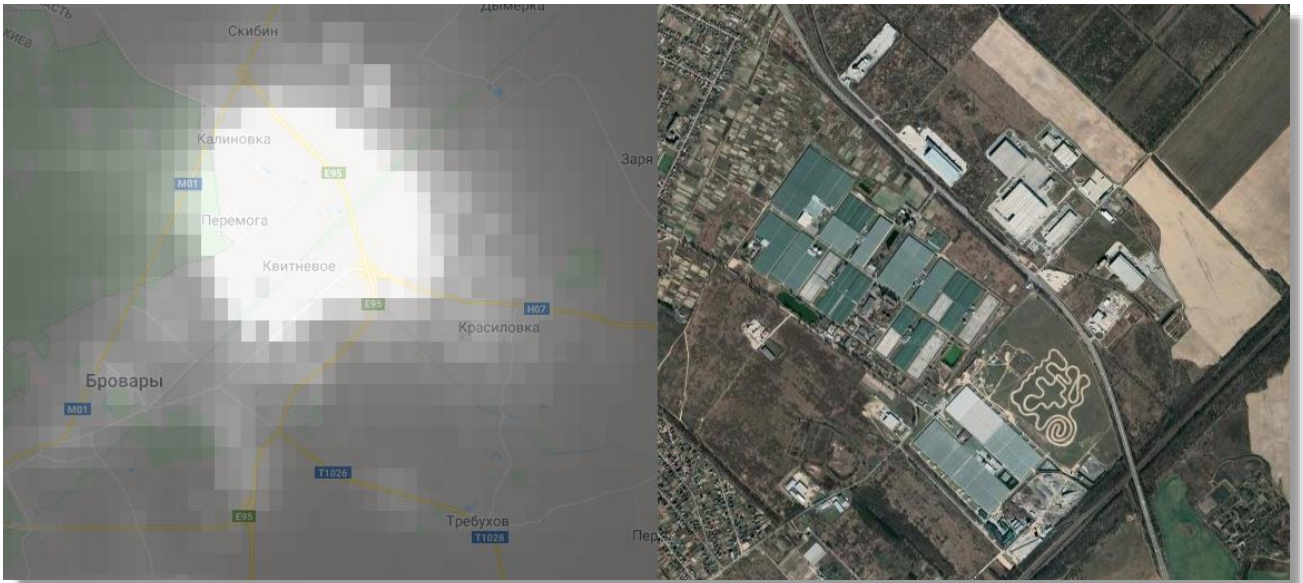


Рис. 2.3. Промисловий комплекс «Асканія-Флора», та його вплив на дані NTL

Процес переводу «сирої» інформації даних нічного освітлення Землі в дані формату SHP, складається з декількох етапів:

1. Отримання та вивід в робоче середовище оброблених зображень нічної поверхні Землі супутника SuomiNPP (VIIRS);
2. Відображення на карті яскравості нічної поверхні Землі;
3. Створення класифікації за рівнем яскравості;
4. Проведення векторизації (побудови полігонів) за рівнем яскравості;
5. Підрахунок площі, середнього значення яскравості та потужності випромінювання отриманих полігонів;
6. Створення растрового шару з результатами класифікації;
7. Створення векторного шару з результатами векторизації;
8. Запис отриманих результатів у «shape-файл».

Прикладом такої обробки стане обробка зображень за 2013 рік, повний код якої можна побачити в Додатку А.

Для отримання та виводу зображень нічної поверхні Землі, потрібно звернутись до колекції зображень зроблених з супутника SuomiNPP та обрати дати, в межах яких будуть отримуватись знімки:

```
var dataset = ee.ImageCollection('NOAA/VIIRS/DNB/MONTHLY_V1/VCMSFG')
.filter(ee.Filter.date('2013-01-01', '2013-12-30'));
```

Далі проводиться агрегація отриманих зображень, береться середнє значення яскравості, та відображається на карті (додатково задається центр карти, для швидкого пошуку орієнтирів):

```
var nighttime = dataset.select('avg_rad').mean();

var nighttimeVis = {min: 0.0, max: 50.0, opacity: 0.6};
Map.setCenter(30.5, 50.5, 9);
Map.addLayer(nighttime, nighttimeVis, 'Nighttime brightness');
```

Результати такого виводу можна було побачити на рисунку 2.2.

Створюється класифікація за рівнем яскравості:

```
var zone1 = nighttime.gt(2.5);
var zones = zone1.add(nighttime.gt(10)).add(nighttime.gt(100));
zones = zones.updateMask(zones.neq(0));
```

Відповідно до класифікації зображення буде попіксельно поділятися на 3 класи (зони), а саме:

1. $2.5 < B < 10$;
2. $10 < B < 100$;
3. $100 < B$, де B – яскравість (нВт/см²/стер).

З колекції кордонів обирається кордон України, та будуються полігони навколо освітлених зон (проходить процес векторизації):

```
var ukraine = ee.FeatureCollection("USDOS/LSIB_SIMPLE/2017")
.filter(ee.Filter.eq('country_na', 'Ukraine'));

var vectors = zone1.addBands(nighttime).reduceToVectors({
  geometry: ukraine,
  crs: nighttime.projection(),
  scale: 50,
  geometryType: 'polygon',
  eightConnected: false,
  labelProperty: 'zone',
  reducer: ee.Reducer.mean(),
  maxPixels: 1e9
});
```

Для кожного полігону обчислюється площа, середнє значення яскравості, та потужність випромінювання (Вт):


```

var addArea = function(feature) {
  var area = feature.geometry().area(10);
  var mean = ee.Number(feature.get('mean'));
  return feature.set('area', area)
    .set('power', mean.multiply(area).multiply(1e4 * 1e-9 * 2 * Math.PI));
};
var vectors = vectors.map(addArea);

```

Створюємо та виводимо на екран растровий шар з результатами класифікації:

```

Map.addLayer(zones, {min: 1, max: 3, palette: ['0000FF', '00FF00', 'FF0000']},
'Class raster');

```

Створюємо та виводимо на екран векторний шар з результатами векторизації:

```

var display = ee.Image(0).updateMask(0).paint(vectors, '000000', 3);
Map.addLayer(display, {palette: '000000'}, 'Class vectors');

```

Відображення растрового та векторного шарів можна побачити на рисунках 2.4, та 2.5 відповідно.

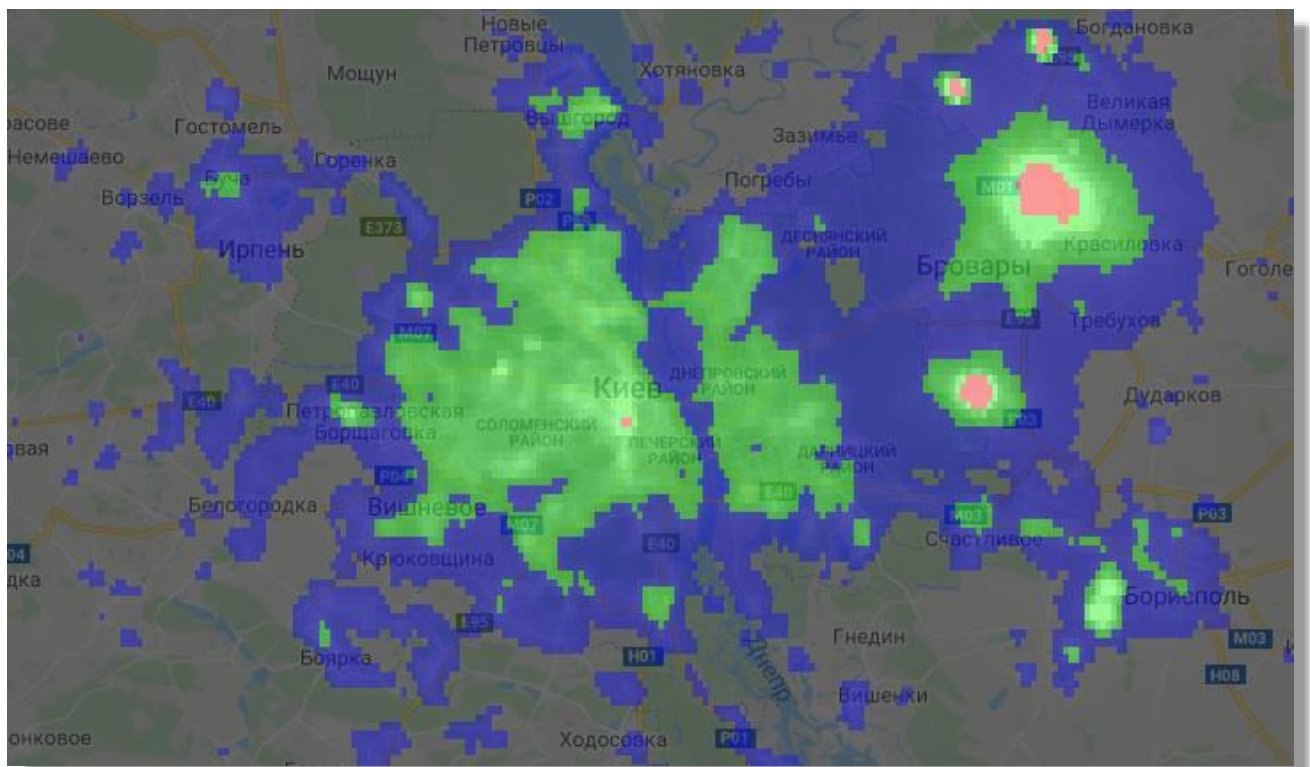


Рис. 2.4. Растровий шар з результатами класифікації

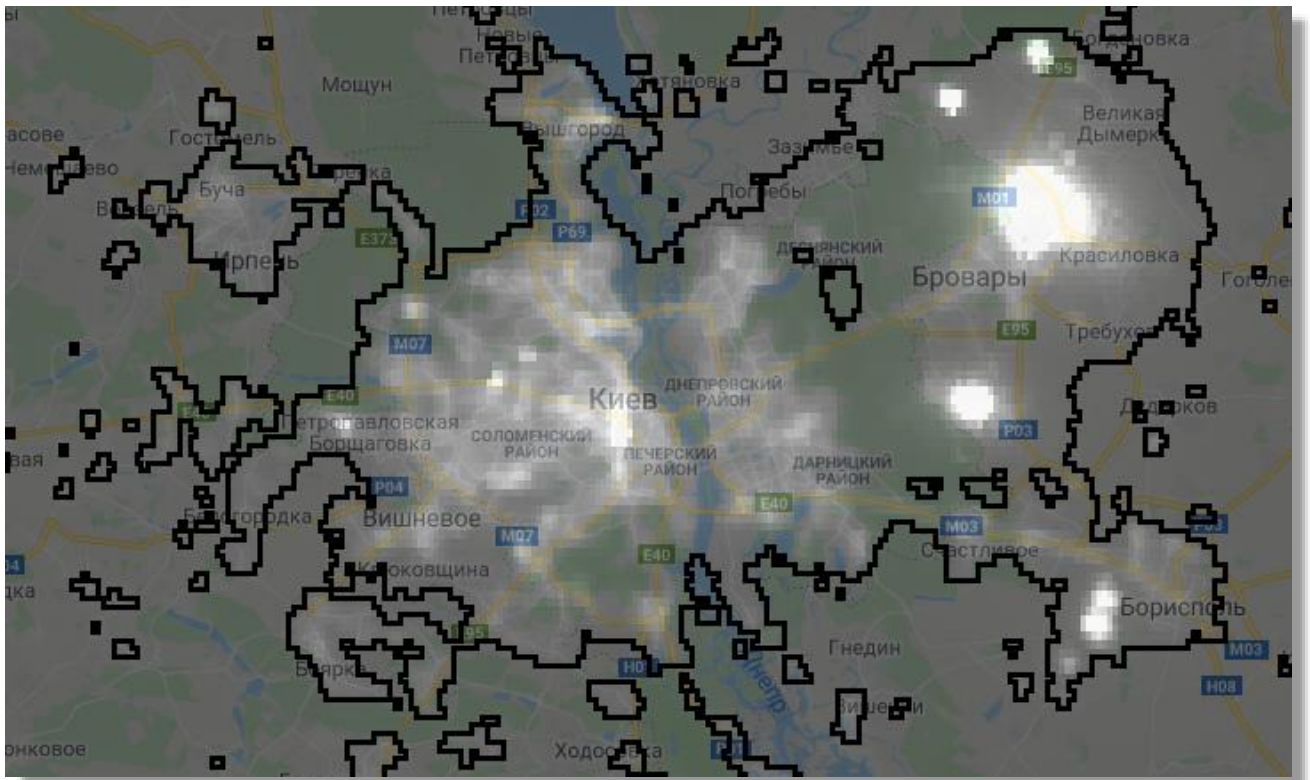


Рис. 2.5. Векторний шар з результатами векторизації

Останньою дією є збереження отриманої інформації у форматі «share-файлу», в нашому випадку, на GoogleDrive – сервіс зберігання файлів від Google:

```
Export.table.toDrive({
  collection: vectors,
  description: 'Ukraine_DNB_2013',
  fileFormat: 'SHP'
});
```

Так, як у прикладі було наведено процес обробки даних та отримання «share-файлу» з відображенням нічної освітленості територій для 2013 року, усі операції повторюються для знімків 2014-2020 років. Результатом стануть «share-файли» для кожного з вищеназваних років, які будуть містити власні полігони з атрибутивною інформацією, що до них прив'язана (площа, середнє значення яскравості, та потужність випромінювання).

2.4. Використання полігонів Вороного для отримання вихідних даних просторового з'єднання об'єктів (QGIS)

Просторове з'єднання – це процес об'єднання декількох «shape-файлів», які містять геометричні об'єкти, в одну базу даних за певним ключем, геометрією цих об'єктів, які можуть перетинатись, чи міститись один в одному.

Після закінчення роботи з GEE постає потреба подальшої обробки отриманих даних. Для попереднього аналізу отриманих результатів, та визначення можливостей роботи з отриманим набором даних, можна відкрити його використовуючи QGIS Desktop (див. рисунок 2.6). При відкритті даних, потрібно обрати правильну проекцію.

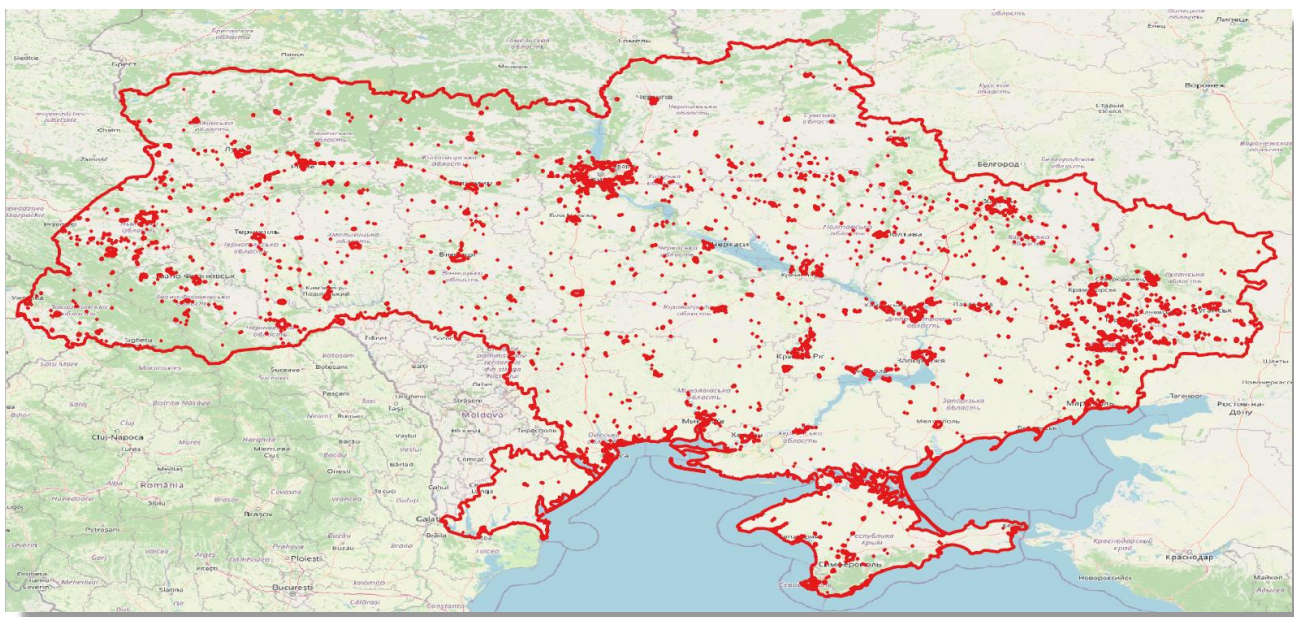


Рис. 2.6. Відображення отриманого набору даних (полігонів) на базі QGIS

З відкритого набору полігонів видно, що дані відображаються вірно, але при більш детальному розгляді велика кількість полігонів знаходиться поза межами населеного пункту, це можна побачити на наступному рисунку.

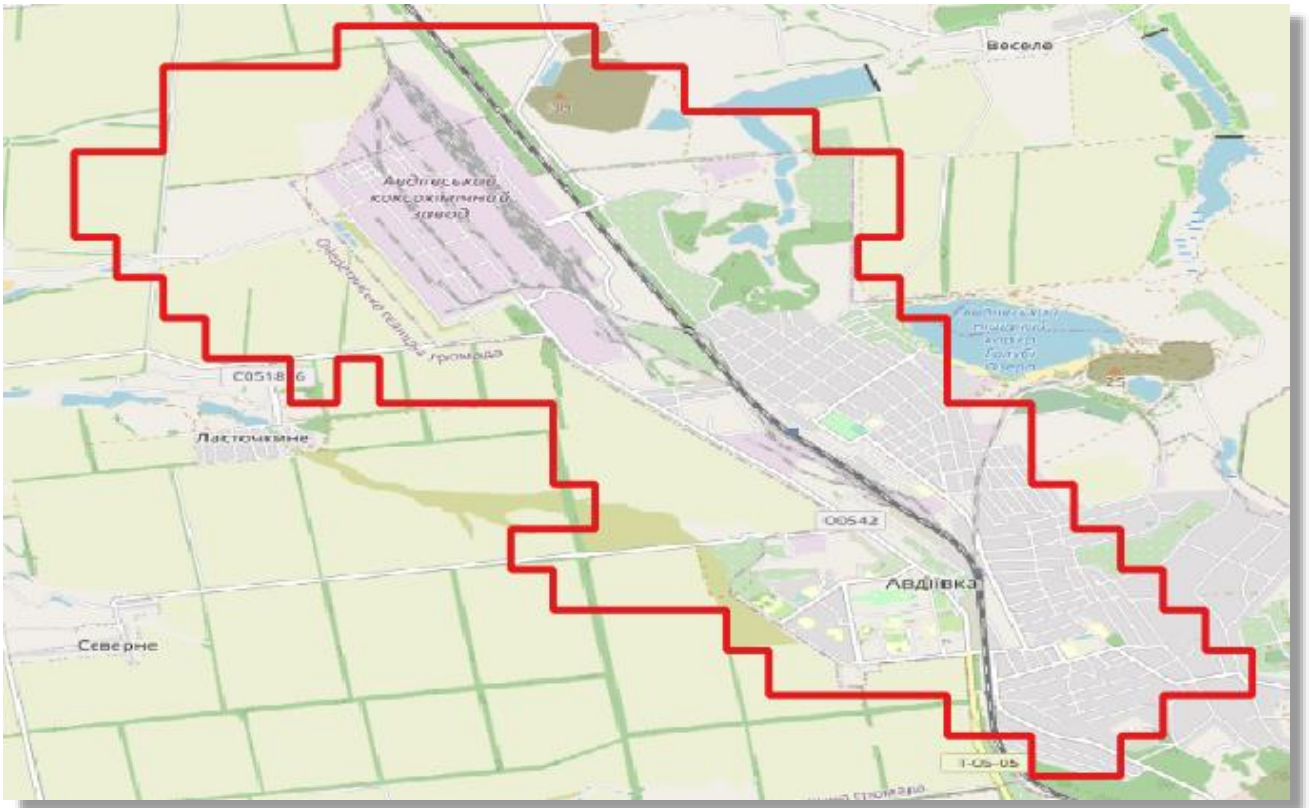


Рис. 2.7. Розповсюдження світла м. Авдіївка, Донецької області

Для отримання більш детальної інформації про кількість світла, що не потрапляє в полігон міста, потрібно вивести його адміністративні границі, адже саме за ними буде проведено просторове з'єднання об'єктів. Для з'єднання буде використовуватись «share-файл» з заданими координатами полігонів усіх міст України, який є у вільному доступі на сайті AmeriGeo, що виступає базою даних для файлів адміністративного поділу різних країн світу. На наступному рисунку можна побачити результати цього процесу:

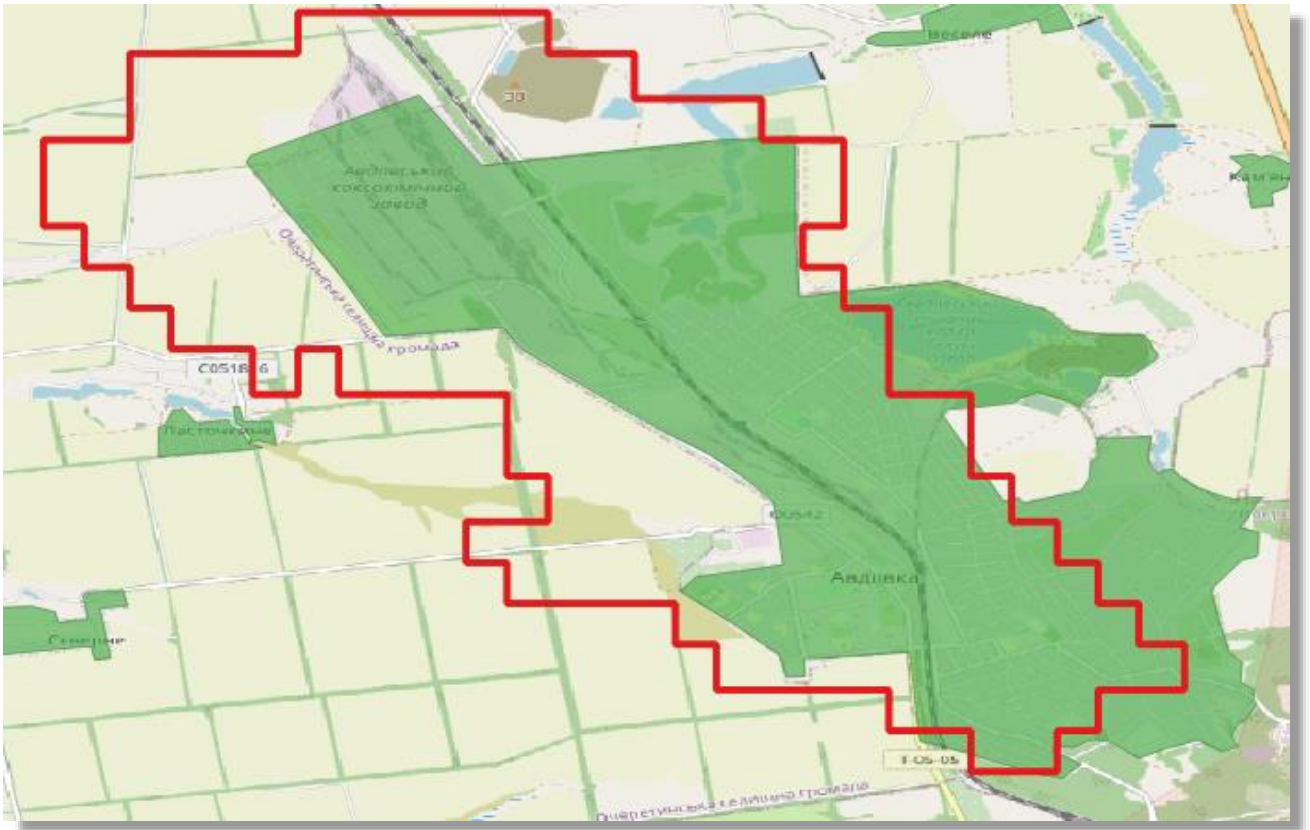


Рис. 2.8. Співставлення полігону адміністративних меж міста, та полігону NTL даних

Як видно із рисунку 2.8, полігон міста не відповідає полігону даних нічного освітлення, що, при виконанні просторового з'єднання призведе до проблем з втратою певної кількості даних. Для вирішення цього питання потрібно пропорційно розширити полігони міст, що дозволить не втрачати частину освітленої території, а також приєднати ті NTL полігони, що повністю знаходяться за адміністративними межами міст (підприємства, електростанції, тощо.), це можна зробити за допомогою перетворення полігонів населених пунктів використовуючи полігони Вороного.

Утворення полігонів Вороного – це процес пропорційного розділення метричного простору, в нашому випадку – земної поверхні, на комірки, вершинами яких будуть виступати полігони населених пунктів, з метою використання усієї доступної території. Таким чином, розширення адміністративних кордонів, дозволить охопити усю доступну територію,

уникнути втрат даних нічного освітлення в обчисленнях, та можливість побачити зміну цих даних з часом більш детально. [10]

Це перетворення можна виконати за допомогою QGIS, адже, однією з функцій обробки векторних даних, у нього входить створення полігонів Вороного. Створення таких полігонів у QGIS складається з наступних етапів:

- Відкрити шар векторних даних, що будуть перетворюватись;
- За наявності у цьому шарі полігонів, що мають спільні точки, провести буферизацію, для їх розділення;
- Вивести координати вершин, та, за необхідності, збільшити кількість проміжних точок, для уникнення неправильної побудови полігонів Вороного;
- Провести побудову полігонів Вороного за усіма точками;
- Виконати об'єднання отриманих полігонів за спільними атрибутами;
- Обрізати результат об'єднання за кордоном досліджуваної області.

Шаром векторних даних буде виступати вже відкритий нами «shape-файл» адміністративних кордонів населених пунктів України, топу першою дією буде проведення буферизації. Для виконання буферизації у QGIS потрібно обрати пункт меню «Вектор», а далі підпункти «Геообробка», та «Буфер», що можна побачити на наступному рисунку:

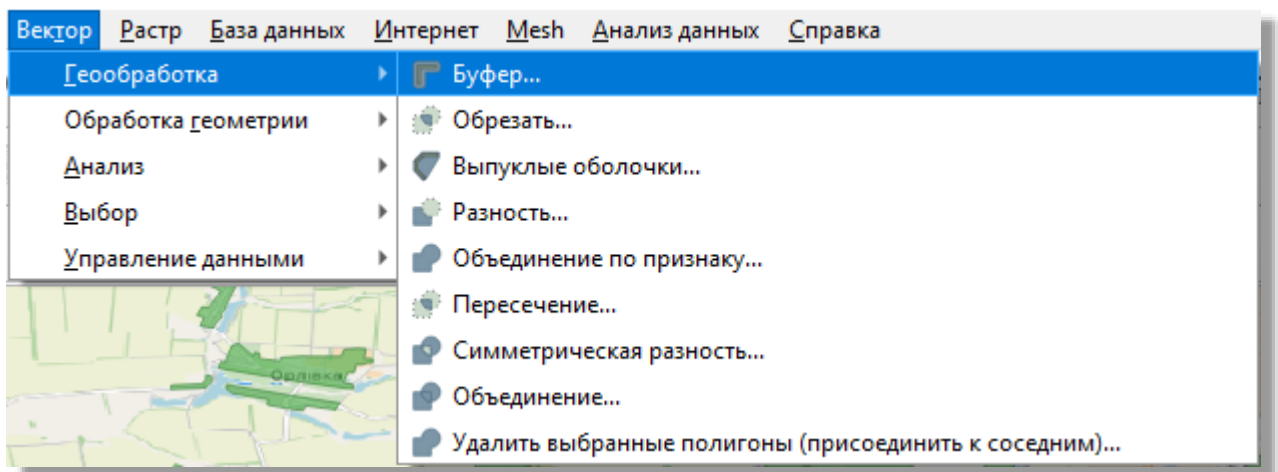


Рис. 2.9. Меню «Геообробка», QGIS

У функції «Буфер», для виконання розділення полігонів з суміжними точками, потрібно вказати від'ємний показник відстані, наприклад, 1 метр, або 0.00001°.

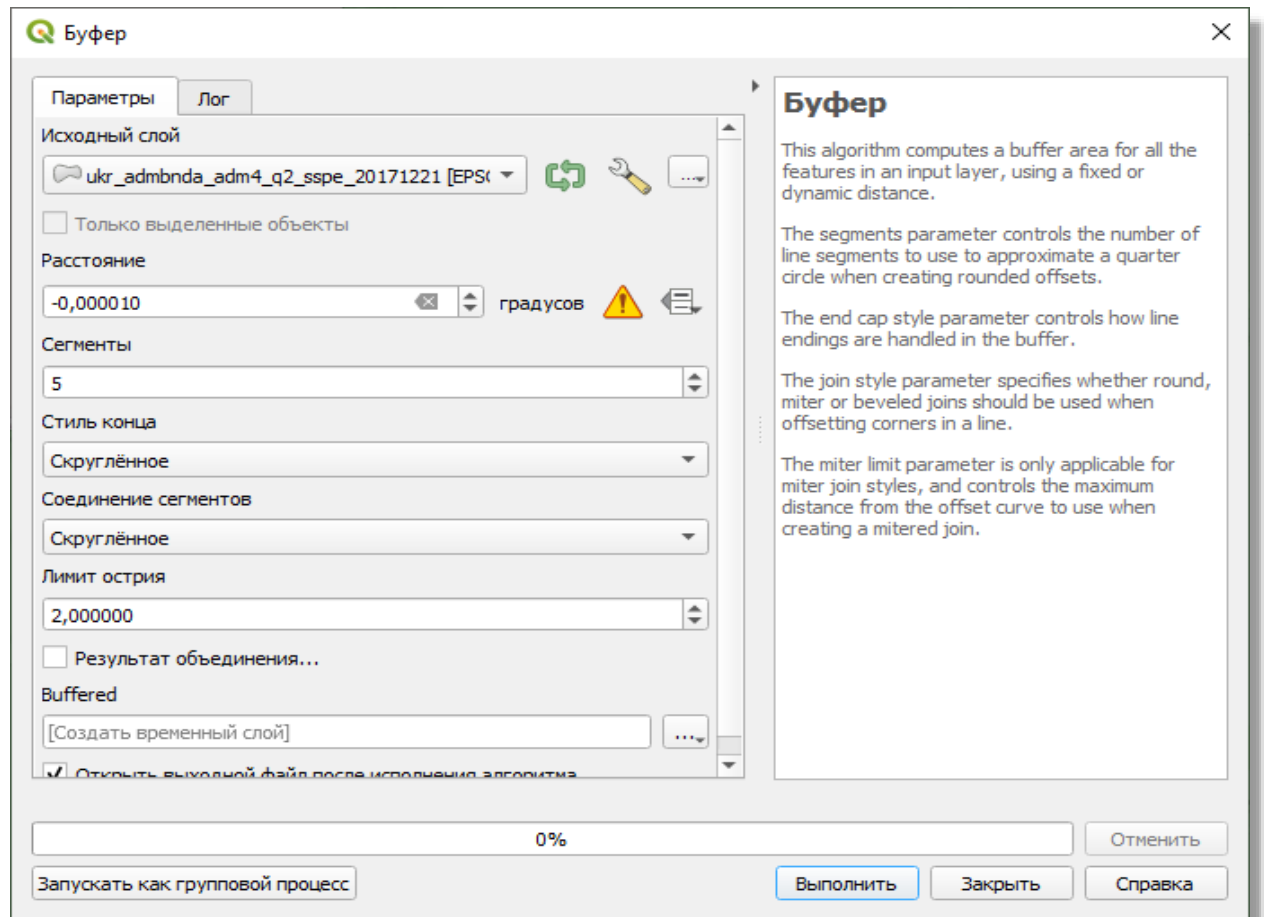


Рис. 2.10. Функція «Буфер», QGIS

Результатом виконання буферизації, буде новий набір розділених полігонів, що не матимуть сумісних точок.



Рис. 2.11. Результат обробки полігонів шляхом буферизації

Для виводу вершин кутів полігонів потрібно обрати пункт меню «Вектор», а далі підпункти «Обробка геометрії», та «Extract vertices» та вивести точки вершин полігонів.

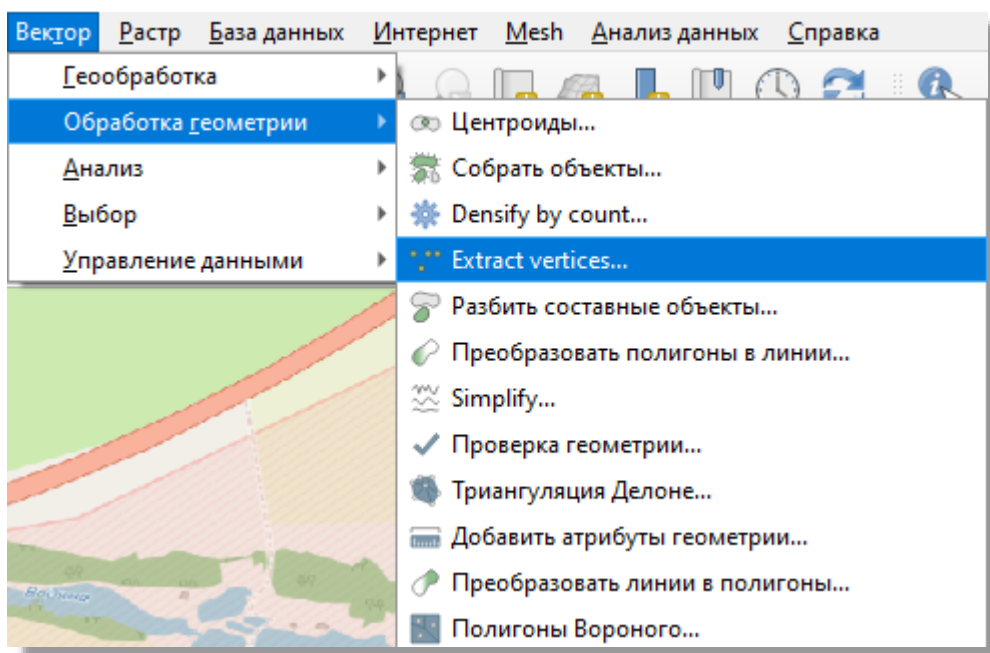


Рис. 2.12. Меню «Обробка геометрії», QGIS

В результаті будуть виведені точки вершин, кількість яких залежить від форми полігонів, але, для побудови полігонів Вороного, їх буде недостатньо, тому одразу можна збільшити їх кількість, для чого, в тому самому меню,

«Обробка геометрії», потрібно обрати пункт “Densify by count”, та обрати у скільки разів збільшити кількість точок. Вихідну кількість точок, та результат, можна побачити на наступному рисунку:



Рис. 2.13. Додавання додаткових точок, за допомогою “Densify by count”

Після додавання додаткових точок можна виконувати побудову полігонів Вороного. Для цього в меню «Обробка геометрії», потрібно обрати «Полігони Вороного», та побудувати їх з використанням отриманих раніше точок.



Рис. 2.14 Полігони Вороного, побудовані за отриманими точками

Як видно з рисунку 2.14, отримані полігони розділяють населений пункт на велику кількість частин, причиною цього є їх метод побудови, вони будуються відповідно до кожної точки, що належить полігону. Нові отримані полігони мають однакові атрибутивні дані, тому можливе їх спрощення, для його виконання потрібно виконати об'єднання за тим типом атрибутивних даних, який є спільним, наприклад, кодом населеного пункту. Для цього в меню «Геообробка» (зображено на рисунку 2.9), потрібно вибрати пункт «Об'єднання за ознакою», після чого виконати об'єднання за кодом населених пунктів:

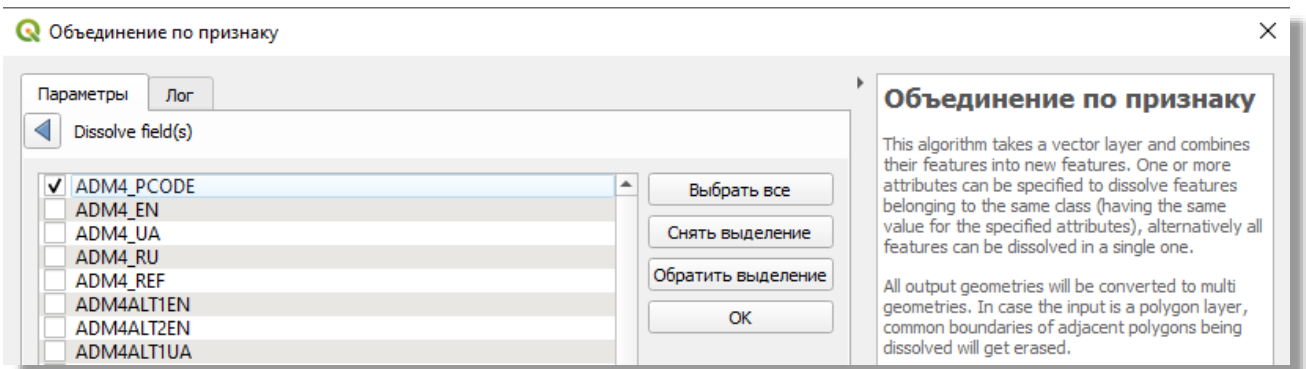


Рис. 2.15. Об'єднання полігонів за ознакою, QGIS

Кінцевим результатом буде утворення окремого полігону, для кожного населеного пункту, а полігони Вороного будуть мати наступний вигляд:

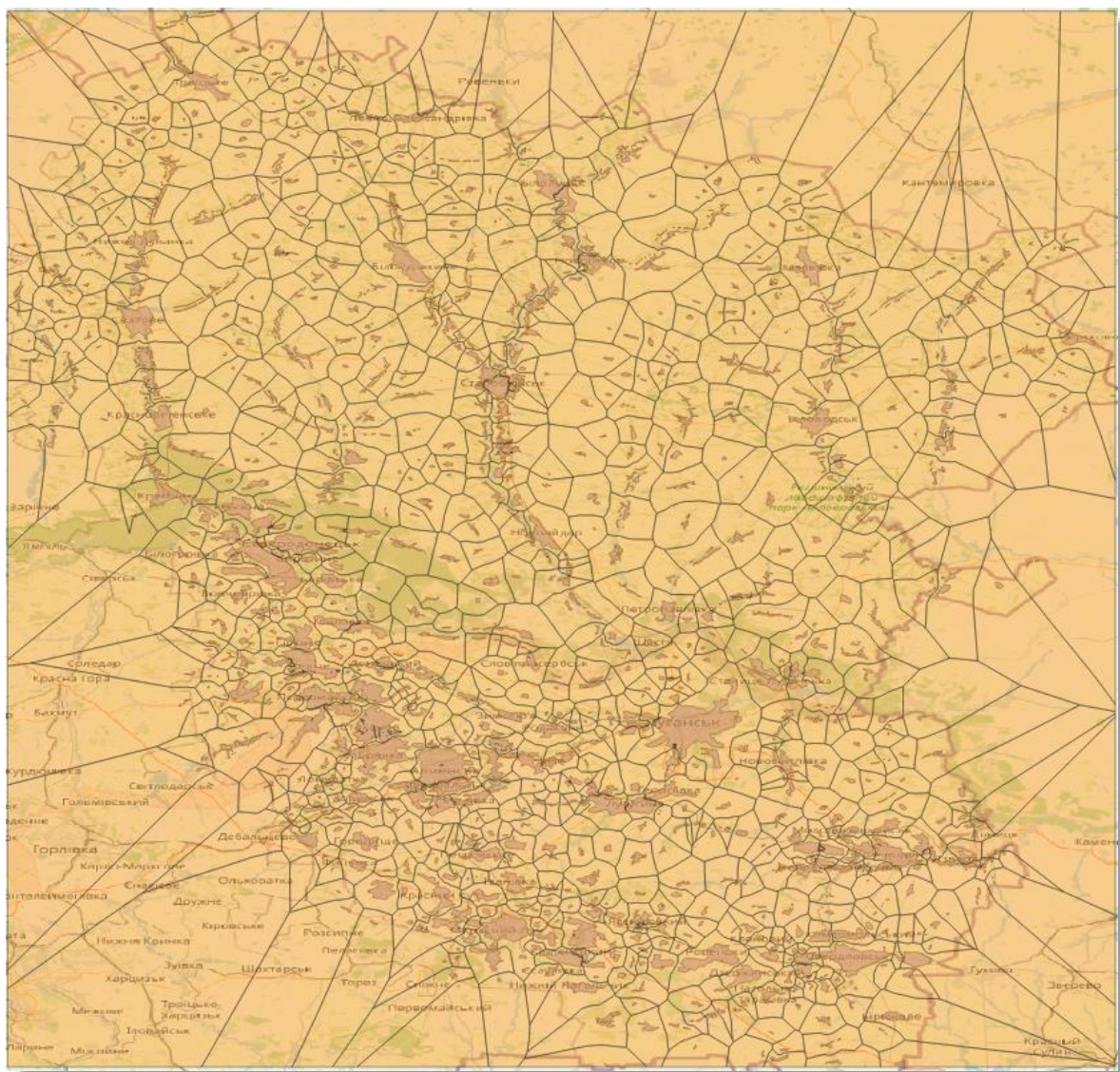


Рис. 2.16. Проміжний результат побудови полігонів Вороного

З рисунку 2.16 видно, що отримані полігони є унікальними для кожного міста, але є проблема, вони будуються у чотирикутнику, тому граничні полігони мають неправильний вигляд, що призведе до захоплення цими полігонами інформації, яка не стосується їх населеного пункту. Для вирішення цієї проблеми слід видалити зайві території шляхом обрізки, контуром для якої будуть слугувати кордони області. Для цього в меню «Геообробка» (зображено на

рисунку 2.8), потрібно вибрати пункт «Обрізка», після чого виконати обрізання шару за кордоном області. Результат можна побачити на наступному рисунку:

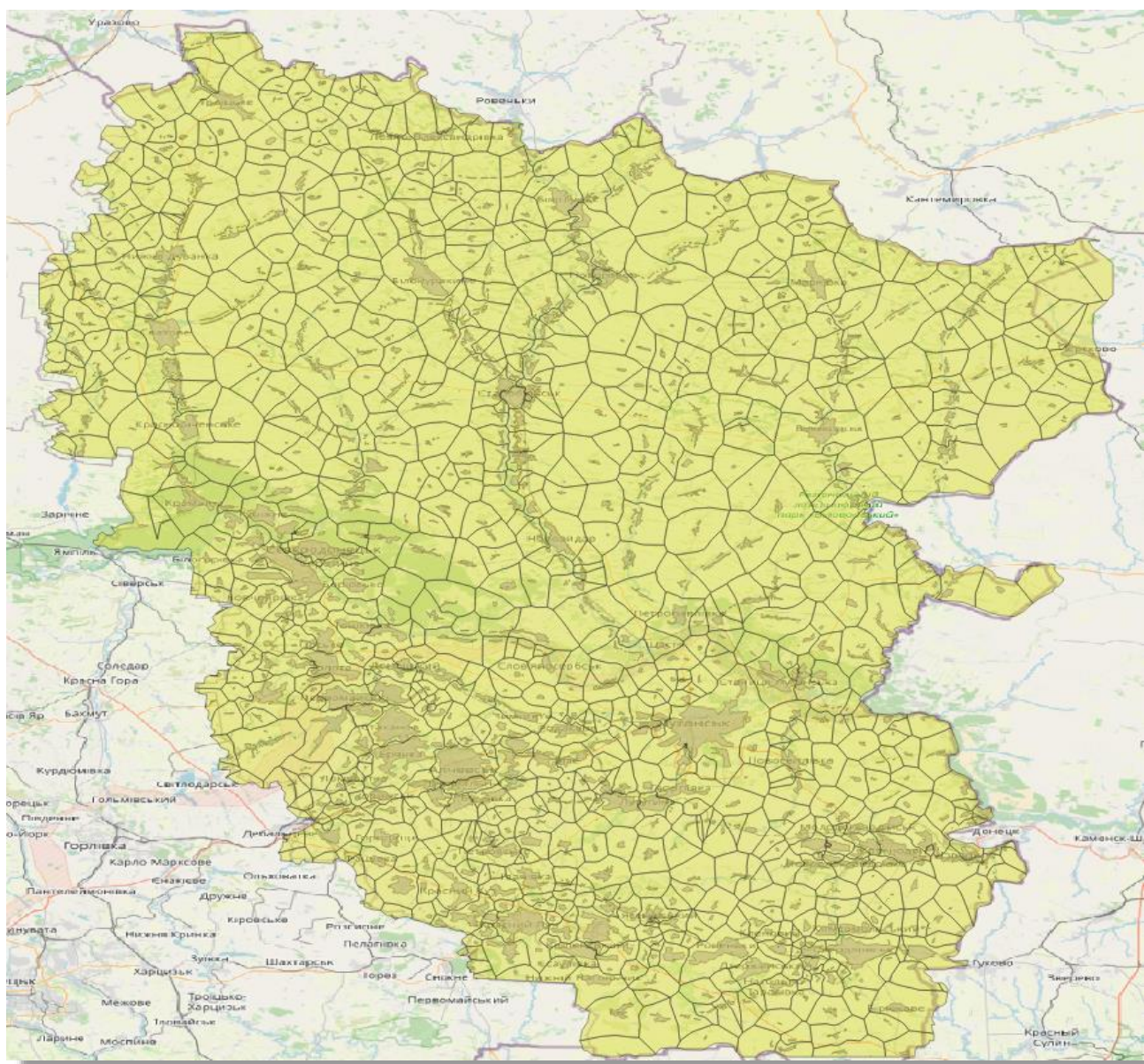


Рис. 2.17. Полігони Вороного побудовані на базі Луганської області

Отримані полігони зберігаються у форматі «shape-файлу», та несуть у собі геометрію та атрибутивну інформацію про населені пункти, що будуть використовуватись для подальшого дослідження.

По аналогії, з отриманням полігонів Вороного на базі Луганської області, отримуємо «shape-файли» Донецької області, та Автономної Республіки Крим.

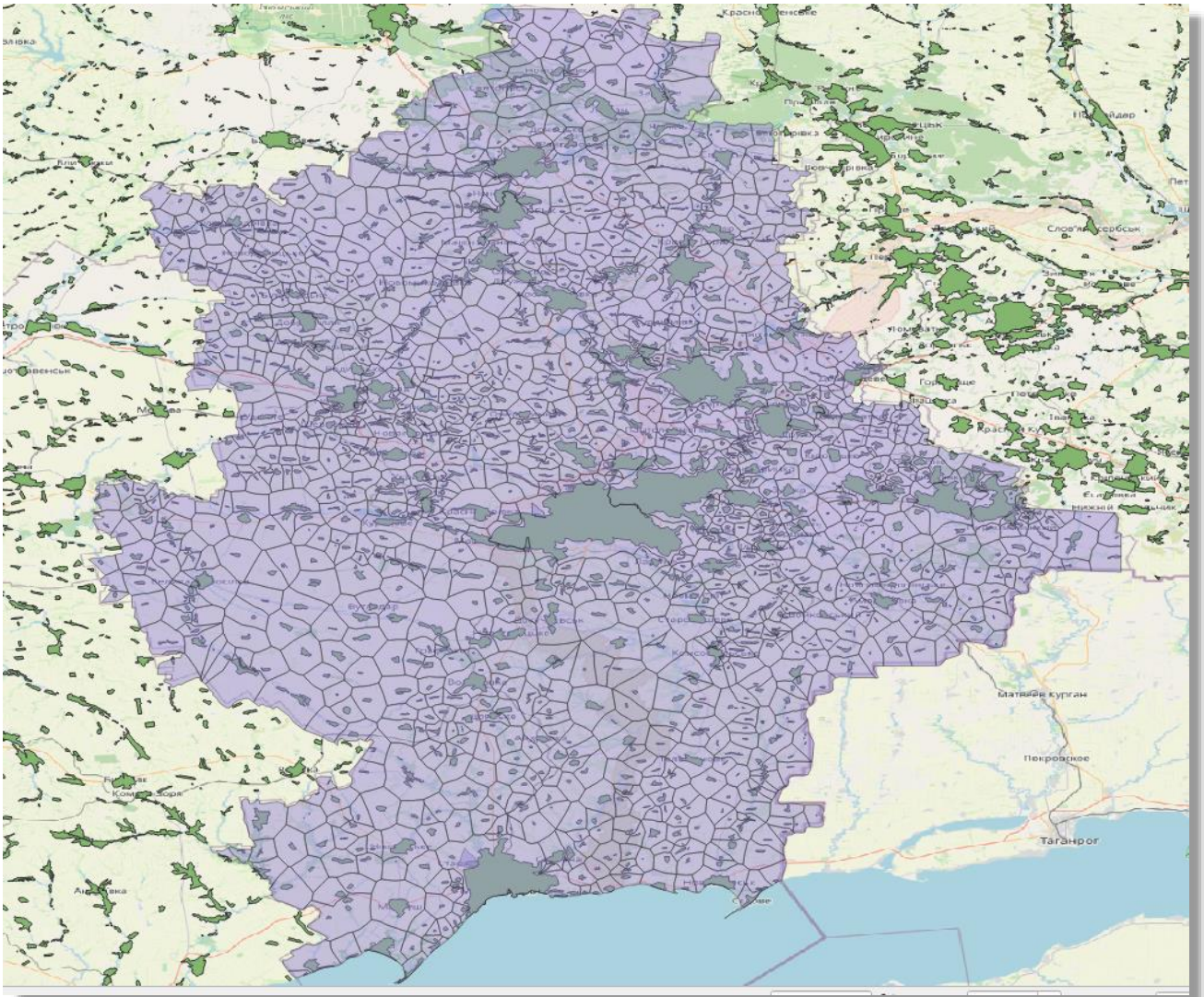


Рис. 2.18. Полігони Вороного побудовані на базі Донецької області

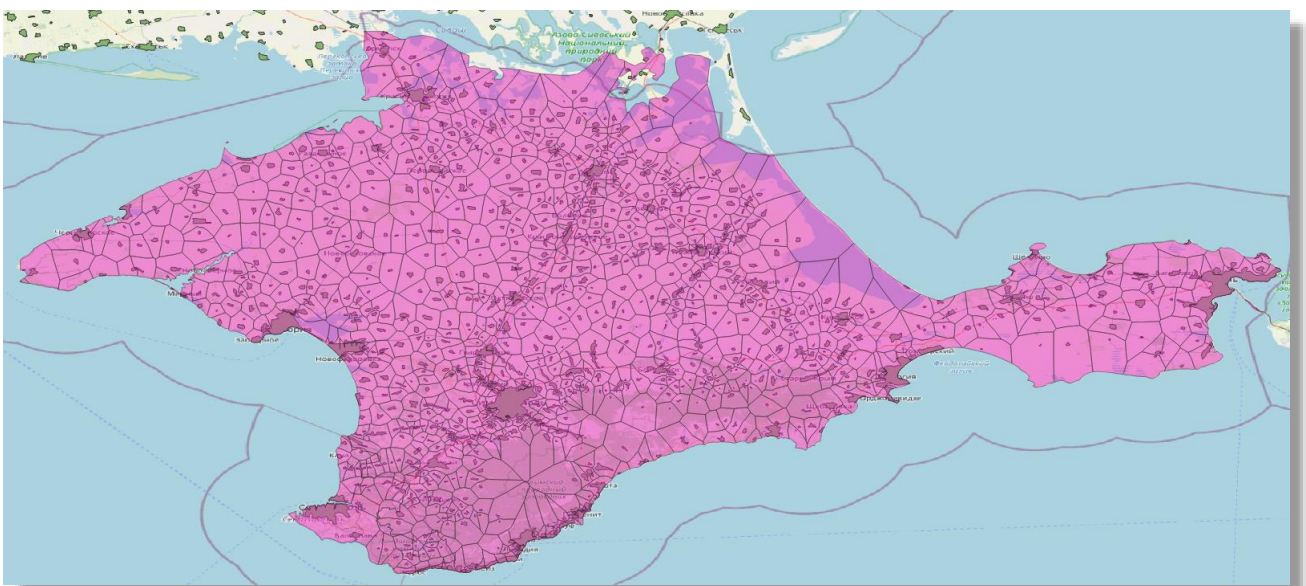


Рис. 2.19. Полігони Вороного побудовані на базі Автономної Республіки Крим

2.5. Використання Python для отримання електронних таблиць даних

Процес створення електронних таблиць, на базі отриманих даних буде складатися з наступних етапів:

- Імпортування бібліотек, що будуть використовуватись;
- Зчитування вихідних даних, та задання їм проекції;
- Фільтрація даних нічної освітленості Землі;
- Визначення сили випромінювання для кожного полігону дослідження;
- Об'єднання отриманих даних в одну електронну таблицю;
- Експорт електронної таблиці;

Робота починається з імпортування потрібних бібліотек, в нашому випадку ними стануть бібліотека Pandas та Geopandas:

```
import pandas as pd
import geopandas
```

Після їх імпортування, можна почати зчитування вихідних даних, що були отримані у попередніх пунктах, за допомогою бібліотеки Geopandas. Для полігонів Вороного вихідними є три «shape-файли» відповідних областей, тому їх можна додатково об'єднати в один файл, а також, для полегшення подальшої роботи, взяти з файлів тільки українські назви областей («ADM1_UA»), назви населених пунктів («ADM4_UA»), їх геометрію («geometry») та Post-код («ADM4_PCODE»):

```
df1 = geopandas.read_file('D:\Spyder\GIS\EarthEngine_labs\Voronogo\Voronogo ARK fix.shp')
df2 = geopandas.read_file('D:\Spyder\GIS\EarthEngine_labs\Voronogo\Voronogo Lugansk fix.shp')
df3 = geopandas.read_file('D:\Spyder\GIS\EarthEngine_labs\Voronogo\Voronogo Doneck.shp')
cities_df = df1.append([df2, df3], ignore_index=True)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'geometry', 'ADM4_PCODE']]
```

Для даних нічного освітлення вихідними даними слугують «shape-файли» кожен з яких відповідає року дослідження, їм додатково можна задати систему координат WGS 84:


```

dnb_2013 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2013.shp')
dnb_2014 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2014.shp')
dnb_2015 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2015.shp')
dnb_2016 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2016.shp')
dnb_2017 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2017.shp')
dnb_2018 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2018.shp')
dnb_2019 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2019.shp')
dnb_2020 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2020.shp')

dnb_2013.crs = "EPSG:4326"
dnb_2014.crs = "EPSG:4326"
dnb_2015.crs = "EPSG:4326"
dnb_2016.crs = "EPSG:4326"
dnb_2017.crs = "EPSG:4326"
dnb_2018.crs = "EPSG:4326"
dnb_2019.crs = "EPSG:4326"
dnb_2020.crs = "EPSG:4326"

```

Далі, за допомогою фільтрації, з даних нічного освітлення потрібно обрати тільки освітлені території, в ході створення файлів вони були записані до першої зони, в свою чергу, території що не мають освітлення, були записані в нульову зону:

```

dnb_2013_filt = dnb_2013[dnb_2013['zone']==1]
dnb_2014_filt = dnb_2014[dnb_2014['zone']==1]
dnb_2015_filt = dnb_2015[dnb_2015['zone']==1]
dnb_2016_filt = dnb_2016[dnb_2016['zone']==1]
dnb_2017_filt = dnb_2017[dnb_2017['zone']==1]
dnb_2018_filt = dnb_2018[dnb_2018['zone']==1]
dnb_2019_filt = dnb_2019[dnb_2019['zone']==1]
dnb_2020_filt = dnb_2020[dnb_2020['zone']==1]

```

За допомогою функції «geopandas.overlay» знаходимо перетин полігонів Вороного, які відповідають населеним пунктам, та полігонів даних NTL, що утворює нові полігони перетину зі своїм параметром «geometry». Для кожного такого полігону перетину присвоюється показник «power_per_area», після чого визначається сила випромінювання («power») полігону перетину, через добуток показників «power_per_area» на площу такого полігону:

```

dnb_2013_filt['power_per_area'] = dnb_2013_filt['power'].values / dnb_2013_filt['geometry'].area.values
zones_df_2013 = geopandas.overlay(dnb_2013_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'power_per_area', 'geometry']]
zones_df_2013['power'] = zones_df_2013['power_per_area'].values * zones_df_2013['geometry'].area.values

```

Через те, що для деяких полігонів Вороного, утворюється декілька полігонів перетину з даними NTL (через форму полігонів цих даних), для визначення сили випромінювання використовується функція «.sum», що рахує суму значення «power» усіх полігонів перетину, що входять до конкретного

полігону Вороного, результатом стає кінцева інформація про кількість нічного випромінювання для кожного населеного пункту. Далі, прибираються непотрібні колонки «power_per_area», та перейменовується колонка «power» до більш зручного виду:

```
zones_df_2013 = zones_df_2013.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
    .rename(columns={'power': 'NTL 2013, Вт'}).reset_index()
```

Слід повторити ці дії відповідно до кожного року дослідження, після чого об'єднати усю інформацію до однієї бази даних за допомогою функції «.merge» за назвами населених пунктів та їх Post-кодом:

```
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2013, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2014, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2015, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2016, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2017, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2018, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2019, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
cities_df = cities_df.merge(zones_df_2020, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
```

З отриманого набору даних можна прибрати геометрію об'єктів («geometry») та їх Post-код, та перейменувати колонки «ADM1_UA» та «ADM4_UA» у більш зручні «Область» та «Населений пункт», відфільтрувати дублікати за допомогою «.drop_duplicates» після чого вивести кінцеву інформацію у вигляді електронної таблиці Microsoft Excel:

```
cities_df = cities_df.drop(columns=['geometry', 'ADM4_PCODE']).rename\
    (columns={'ADM1_UA': 'Область', 'ADM4_UA': 'Населений пункт'})
cities_df = cities_df.drop_duplicates(ignore_index=True)

cities_df.to_excel('NTL 13-20.xlsx')
```

Результатом обробки даних стане електронна таблиця Excel, що буде містити назву області та населеного пункту, а також дані нічного випромінювання за кожен рік дослідження. Повний код програми можна побачити у Додатку Б.

Висновки до розділу 2

У другому розділі дипломної роботи були проаналізовані територія та програмні засоби дослідження. Виконано перетворення полігонів населених пунктів у полігони Вороного. Створений програмний код для отримання даних нічного освітлення Землі за 2013-2020 роки, та програмний код для просторового з'єднання отриманих даних відповідно до населених пунктів, до яких вони відносяться, а також, вперше створено електронну таблицю статистичних даних зміни кількості нічного освітлення окупованих територій.

РОЗДІЛ 3. Аналіз статистичних даних освітлення земної поверхні окупованих територій

У попередній частині роботи, в ході практичної її частини, була отримана електронна таблиця Microsoft Excel, що містить інформацію про нічне освітлення окупованих територій. Для виконання подальшого аналізу на базі цієї статистичної інформації, було прийнято рішення розділити електронну таблицю на декілька частин, кожна з яких буде відповідати конкретній області дослідження.

В ході процесу розділення нові таблиці отримали наступний набір об'єктів:

- 99 населених пунктів на території Автономної Республіки Крим, в тому числі Сімферополь та Севастополь;
- 87 населених пунктів на території Донецької області, в тому числі Донецьк;
- 32 населених пункти на території Луганської області, в тому числі Луганськ.

Також було прийнято рішення розглядати ситуацію в областях в цілому, використовуючи усі отримані дані, не відокремлюючи від них інформацію про населені пункти, що знаходяться поза «сірою» зоною, чи межею окупованих територій.

3.1. Аналіз даних нічного освітлення Автономної Республіки Крим

Таблиця даних нічного освітлення Автономної Республіки Крим виглядає наступним чином:

Таблиця 3.1.

Статистичні дані освітлення населених пунктів Автономної Республіки Крим

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Аграрне	1025,5	914,9	984,0	867,1	1053,7	946,4	1249,9	1231,5
Аерофлотський	1450,1	1533,0	1688,7	1363,5	1875,9	1782,5	2141,6	1999,8
Акрополіс	10,7	10,8	21,1	18,6	57,4	121,1	201,5	294,0
Алушка	1082,3	893,7	738,0	470,8	997,9	1236,6	1291,1	1277,8
Алушта	3073,9	3936,5	3580,7	3769,3	6717,9	5283,2	7390,9	8016,1
Ана-Юрт	5,7	5,8	37,1	5,2	103,0	25,2	140,0	208,0
Армянськ	637,6	1404,8	736,7	1040,7	1252,1	899,1	1136,6	1411,9
Бахчисарай	2204,3	2219,4	1924,3	1619,3	3316,5	3112,6	4714,8	5280,1
Берегове	603,4	192,1	61,0	31,3	202,8	314,1	578,2	1074,5
Білогірськ	105,4	82,2	139,6	81,6	647,8	540,7	4978,7	75626,5
Білоглинка	167,2	124,9	35,9	53,4	129,6	34,3	442,1	681,3
Бітумне	1190,1	1065,5	1080,6	1012,1	1337,3	1631,1	2089,1	2320,2
Ближнє	135,3	222,1	26,5	386,4	369,8	132,1	571,8	705,2
Виноградне	783,6	764,6	607,6	631,4	945,3	761,9	896,8	997,9
Відкрите	369,4	75,7	149,0	28,8	126,5	111,5	153,9	23,4
Відраднє	679,1	180,8	414,7	31,1	610,4	305,0	805,7	819,6
Внукове	1080,9	1366,5	981,8	703,0	1382,3	1194,9	1670,3	1862,5
Восход	998,1	142,1	353,1	133,6	1005,9	733,2	1142,0	1161,7
Гаспра	1285,7	785,3	933,5	424,9	1343,6	772,8	1486,1	1523,5
Гвардійське	1046,1	550,7	611,3	772,8	1066,4	872,9	1550,1	1475,7
Гірне	165,2	188,5	87,0	68,1	229,6	73,2	123,4	227,7
Гресівський	862,0	869,5	888,7	715,2	902,1	897,2	1249,4	1337,8
Грушеве	414,9	417,7	426,9	376,2	433,4	407,8	588,5	612,1
Гурзуф	1698,8	1621,4	2117,7	3244,4	4616,4	3654,4	4276,7	3939,5
Дем'янівка	138,3	119,9	51,5	45,6	90,9	31,1	32,9	17,1
Денисівка	390,6	300,6	670,9	818,6	1343,2	1419,5	1424,8	1489,7

Продовження таблиці 3.1.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Джанкой	2080,5	2692,4	1516,5	3012,7	6403,5	6437,5	8514,3	7635,8
Долинка	297,1	300,0	149,0	105,4	281,8	167,5	145,2	149,4
Євпаторія	9597,1	11545,6	14104,5	11793,0	19056,8	16776,2	20541,7	20470,6
Заозерне	808,9	639,5	1003,1	676,8	1227,6	1673,2	2590,0	2575,6
Запрудне	159,7	103,0	36,7	54,3	169,8	86,5	90,4	79,5
Зарічне	253,9	158,3	100,7	58,1	545,9	215,7	1507,4	1602,8
Інкерман	5066,3	3690,5	3668,0	2956,1	4726,8	3713,4	6497,0	9870,4
Каменоломня	961,6	729,7	776,5	538,5	729,5	711,4	801,2	722,7
Кача	629,0	549,8	617,0	455,8	591,8	301,8	396,5	638,2
Керч	12600,4	17724,8	13221,4	22151,9	27065,1	23530,0	34587,1	36350,0
Кипарисне	297,0	181,8	115,3	266,1	502,5	357,0	561,8	599,7
Ключі	3046,3	2736,1	2540,6	2132,4	1872,9	864,2	1283,8	981,6
Коктебель	444,5	499,5	175,0	344,5	276,0	211,2	608,5	452,5
Комсомольське	1540,5	1551,2	1476,5	1369,6	1557,0	1430,2	1801,5	1863,0
Кореїз	1175,7	1109,5	1083,7	864,5	1130,1	1023,8	1181,9	1148,9
Красна Зоряка	41,6	13,7	35,5	12,4	82,6	12,6	54,4	62,9
Красногвардійське	915,1	678,2	260,4	112,4	370,6	344,4	1014,2	1096,2
Краснокам'янка	182,7	30,6	162,8	423,2	446,1	355,9	754,9	677,6
Красноперек опськ	4352,9	4886,4	3439,4	4089,2	4449,0	3856,3	4475,7	4751,3
Куйбишеве	182,2	145,9	137,8	29,4	178,4	166,9	185,2	188,4
Курпати	40,3	31,3	57,0	31,6	59,4	35,7	88,4	141,5
Лівадія	963,1	1097,8	1036,8	956,7	1101,0	948,7	1140,8	1162,3
Ліснівка	97,7	34,2	24,8	22,8	41,8	41,3	130,9	177,0

Продовження таблиці 3.1.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Малий Маяк	420,5	362,5	172,0	124,4	433,3	221,5	460,5	570,8
Масандра	684,6	780,8	661,9	610,8	871,8	656,1	904,8	920,4
Мирне	899,7	742,6	494,5	600,3	693,9	602,1	1449,5	1993,7
Мирний	86,5	127,4	29,0	12,1	26,8	41,1	171,0	210,3
Митяєве	215,7	242,3	131,3	92,2	187,6	154,4	162,9	235,9
Міжводне	642,4	479,7	313,7	292,1	380,1	209,7	409,2	400,5
Мічурінівка	21,3	23,3	16,9	19,8	36,0	29,5	70,2	29,3
Молодіжне	1966,2	2019,6	1677,0	1537,7	2026,4	1803,7	3322,0	3377,8
Нижнє Запрудне	73,2	82,3	11,6	12,2	113,8	36,7	111,3	111,0
Нікіта	1349,3	411,7	976,7	184,3	953,0	701,9	1313,6	1835,5
Новомиколаївка	41,2	99,3	42,4	37,4	182,4	102,3	210,6	227,7
Новосільське	19,3	0,2	4,1	9,2	131,7	139,9	285,7	529,6
Новофедорівка	658,4	512,3	328,3	283,9	695,9	620,8	975,3	1179,8
Октябрське	917,4	880,1	574,6	305,0	415,4	400,8	647,6	810,4
Оползневе	806,3	548,2	689,1	1487,5	2191,1	1325,1	880,5	1355,8
Ореанда	600,3	515,2	588,0	381,8	606,7	400,5	661,1	676,7
Паркове	647,3	364,0	436,8	270,3	435,8	482,3	783,2	1202,7
Паргеніт	646,3	529,1	474,4	523,5	812,9	590,2	898,3	915,4
Перевальне	114,4	188,1	225,0	475,8	1299,6	1359,8	2517,3	2618,4
Перове	420,0	358,3	342,0	301,4	385,0	371,9	1280,2	724,0
Петрівка	505,6	388,3	185,2	23,5	199,2	73,2	317,9	403,4
Піщане	7,5	7,6	56,6	6,6	67,8	55,2	127,9	46,2
Поворотне	60,0	29,4	51,7	29,0	146,7	52,1	53,7	538,2
Понизівка	61,0	57,7	83,3	298,3	332,3	419,9	249,8	394,2
Попівка	138,7	38,9	66,7	13,7	46,5	59,1	280,4	259,5

Закінчення таблиці 3.1.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Поштове	196,0	176,4	120,7	205,2	308,1	93,2	385,1	253,0
Приморський	573,5	431,9	51,3	323,8	615,6	404,1	814,3	811,4
Родникове	23,8	23,0	21,7	290,9	748,8	716,9	1360,1	964,9
Саки	1716,3	1319,3	1291,4	979,1	2057,2	3113,6	4277,0	5616,7
Санаторне	36,7	3,6	4,1	3,7	40,5	49,0	46,7	149,3
Севастополь	63116,9	52667,0	56483,7	52525,0	69760,2	64600,6	98399,7	124055,7
Сімеїз	600,8	569,5	507,7	367,4	656,7	663,1	696,0	702,8
Сімферополь	31167,6	31345,2	33588,8	28401,0	35314,2	33782,3	46217,7	51125,8
Советський	361,0	304,8	79,3	26,8	211,0	103,2	330,3	399,2
Совхозне	60,0	67,5	54,7	67,8	62,9	402,6	442,3	424,3
Сонячне	110,8	252,1	50,6	130,6	229,2	218,0	447,3	577,1
Строгонівка	158,8	75,8	133,9	413,5	875,6	763,5	848,9	878,5
Судак	1670,4	1393,2	1719,0	1533,4	1673,6	1662,8	3686,6	3792,4
Танкове	279,3	2538,7	947,5	777,6	906,3	832,3	1122,7	1598,3
Тернівка	22527,5	18172,8	24158,2	20108,0	20863,8	18102,3	23556,4	18967,7
Углове	65,0	111,0	103,6	100,6	186,1	105,8	94,9	70,1
Укромне	1040,5	1311,8	1437,1	994,9	1558,0	1639,3	3889,3	3427,6
Феодосія	5967,3	6996,7	5725,9	7073,6	10653,9	8148,4	11602,2	11419,1
Фонтани	251,3	790,9	437,7	652,5	460,5	665,3	1193,0	1588,1
Форос	244,2	204,2	229,1	139,3	372,7	447,9	673,6	677,7
Фруктове	109,5	89,4	94,3	84,3	371,6	148,6	418,7	780,2
Чистеньке	201,6	179,5	204,3	27,4	297,5	372,6	780,7	1616,4
Чорноморське	347,1	540,3	922,3	1032,1	1635,3	1664,1	2211,9	2304,3
Шевченкове	6759,2	6293,0	4816,9	4852,0	4594,3	4281,9	3999,8	2591,6
Ялта	8044,3	9164,1	8392,4	7399,2	9138,7	8265,4	9400,0	9647,5

Використовуючи наведені статистичні дані, можна побачити зміну кількості освітлення для будь якого населеного пункту, що присутній в таблиці 3.1, наприклад можна відобразити зміну кількості освітлення для найбільших міст Автономної Республіки Крим, а саме Севастополю та Сімферополю:

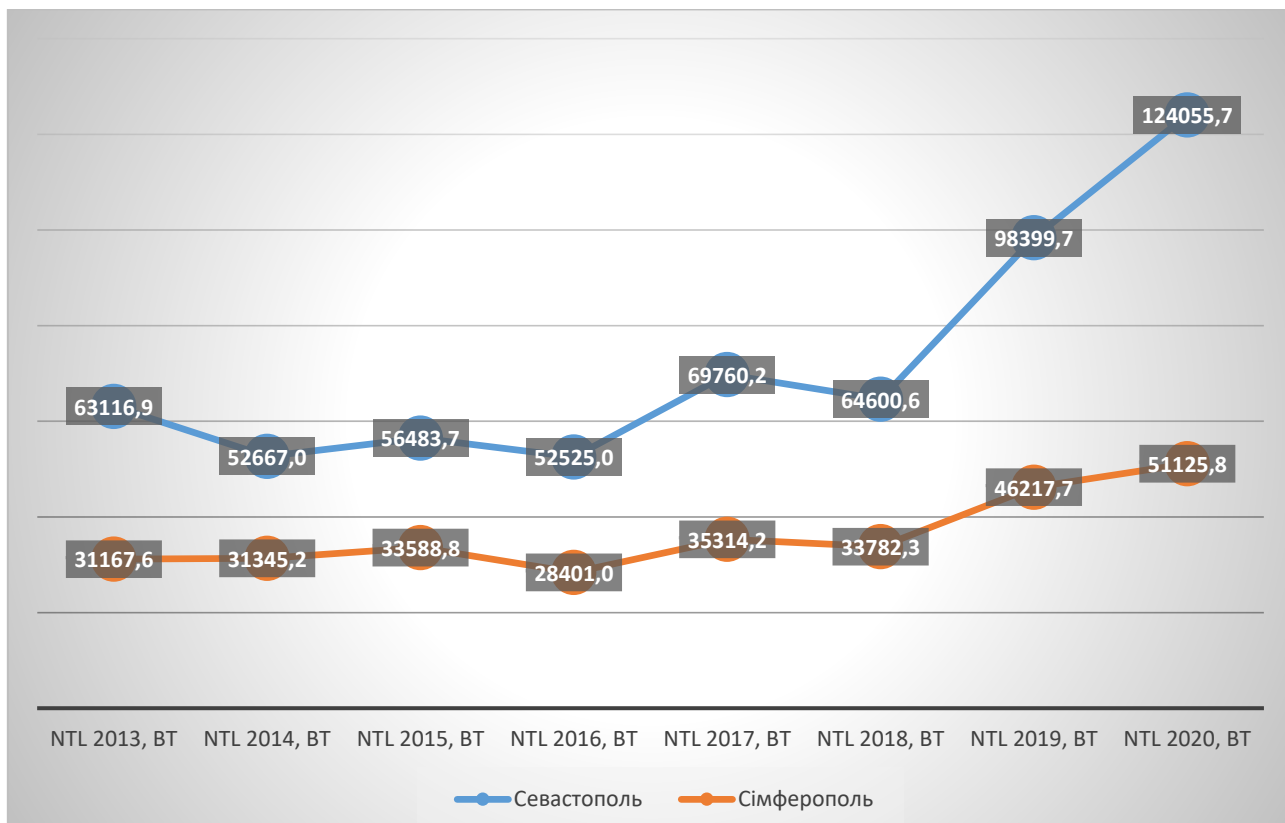


Рис. 3.1. Графік зміни даних NTL міст Севастополь та Сімферополь з 2013 по 2020 роки

Як видно з попереднього графіку у Севастополі та Сімферополі можна спостерігати позитивну динаміку зміни кількості нічного світла, що випромінюється населеними пунктами. Для більшої оглядовості можна вивести гістограму, що буде показувати динаміку зміни NTL даних усієї Автономної Республіки Крим:

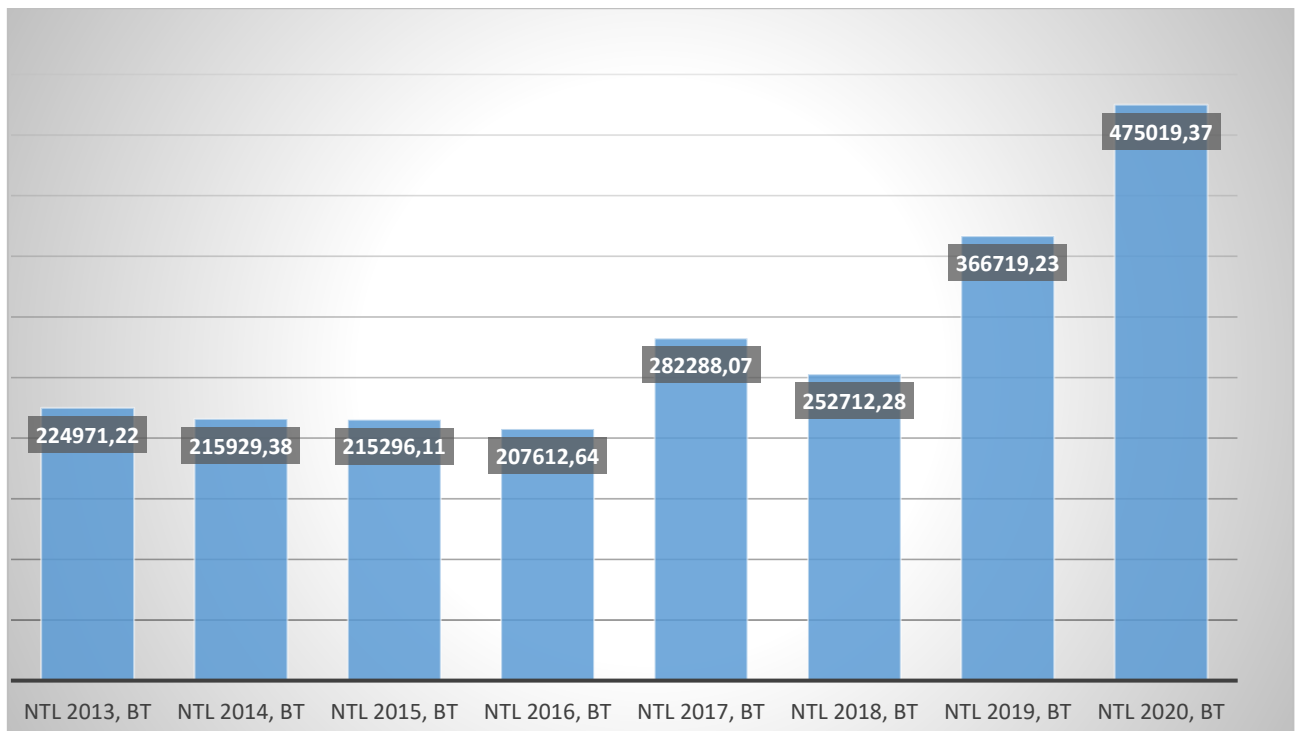


Рис. 3.2. Діаграма нічного випромінювання Автономної Республіки Крим з 2013 по 2020 роки

Як видно з гістограми, з моменту 2013 року по 2016 рік можна спостерігати негативну динаміку зміни кількості даних NTL, що знаходиться в межах 10% від початкових даних, така незначна зміна нічної освітленості територій може бути результатом переміщення населення, закриття деяких промислових об'єктів, або зниження економічної складової, але не є критичною.

Різке збільшення кількості нічної освітленості зафіксовано супутником у 2017 році, та, після невеликого зниження у 2018 році, фіксується з кожним наступним роком. Якщо вивести мапу, можна дійсно побачити велику кількість відмінностей між 2017 та 2020 роками:

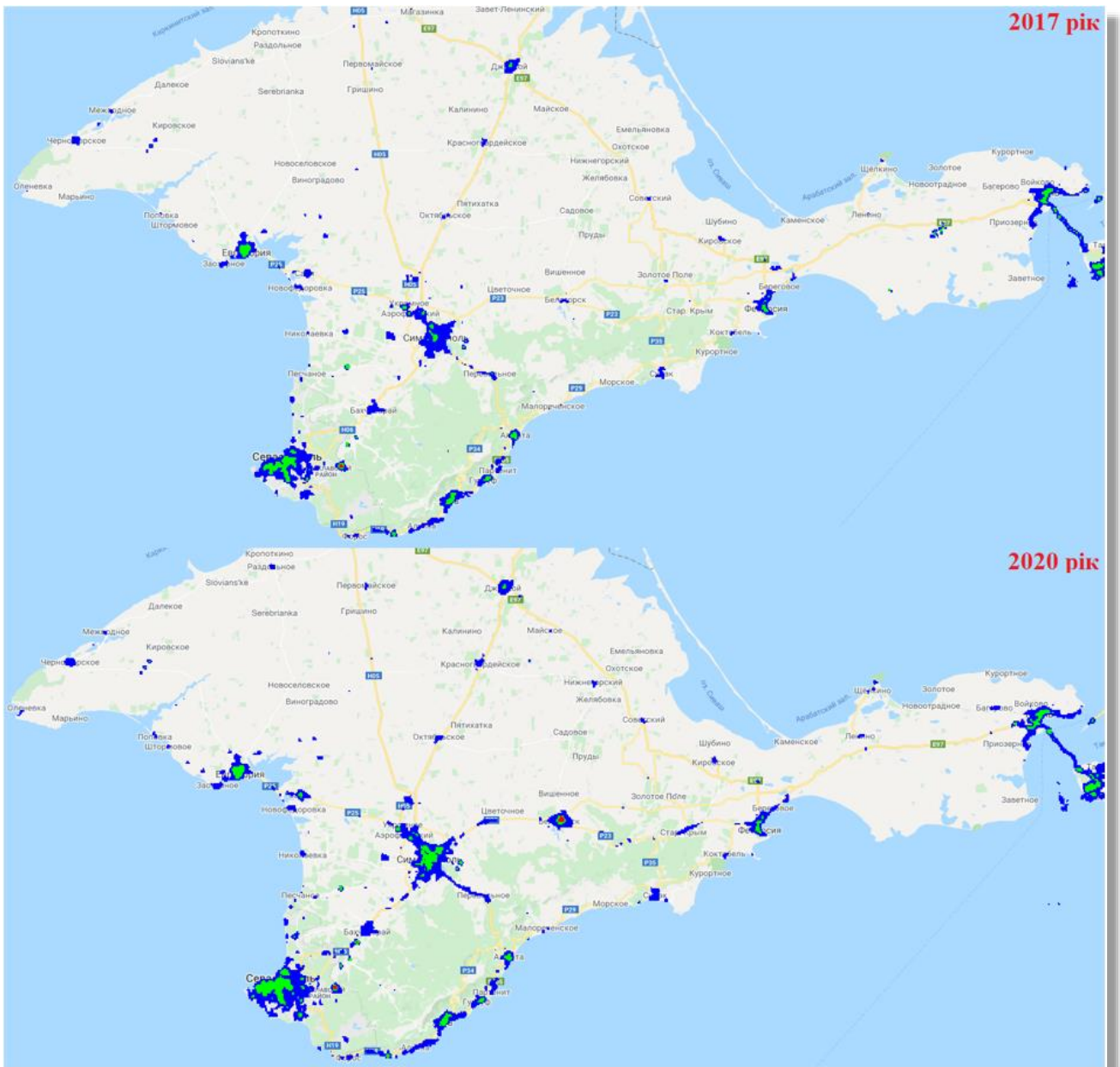


Рис. 3.3. Полігони зареєстрованих NTL даних AP Крим 2017 та 2020 рік

Як видно з рисунку 3.3, збільшення кількості випромінювання дійсно є, центри великих міст, та інші населені пункти стали випромінювати більше світла, що було зареєстровано супутником, тому, можна зробити висновки, що, за часів окупації, Автономна Республіка Крим суттєво покращила свою економічну ситуацію, що призвело до будування нової інфраструктури, створенню нових підприємств, тощо. Це, перш за все, результат відсутності бойових дій на даній території.

3.2. Аналіз даних нічного освітлення Донецької області

Для України, територія Донецької області завжди була центром промисловості. Велика кількість важкої промисловості знаходилася саме на цій території, а основною відмінністю важкої промисловості є важке обладнання, крупні станки, великі будівлі та крупна інфраструктура, крім цього, функціонування комплексів важкої промисловості завжди залежне від великих, комплексних, систем, які включають у себе постачальників, перевізників, покупців, тощо, тобто велику кількість автотранспорту, залізничного транспорту, та інших його видів, і усі елементи цих систем також повинні мати свою інфраструктуру. Окупація значної кількості територій Донецької області поставила велику кількість таких комплексних систем у важке становище, а ще більше підприємств привела до закриття. [23]

Від аналізу даних нічного освітлення Донецької області очікується різке зниження кількості випромінюваного світла, як з причин закриття великої кількості підприємств важкої промисловості, так і від знищення інфраструктури, та падіння економічного рівня.

Таблиця даних нічного освітлення Донецької області виглядає наступним чином:

Таблиця 3.2.

Статистичні дані освітлення населених пунктів Донецької області

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Авдіївка	44805,8	17996,8	2783,1	7367,7	7144,2	6507,9	21009,2	9781,5
Андріївка	654,7	578,2	238,0	477,8	471,4	431,5	232,6	96,0
Бахмут	4457,1	6004,0	2075,8	3686,4	3831,8	2625,5	1913,1	2018,7
Бахмутське	99,4	174,3	82,6	215,0	172,8	180,9	164,6	57,7
Біленьке	441,1	762,4	132,6	524,2	718,6	1738,6	760,0	959,1

Продовження таблиці 3.2.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Білицьке	230,3	509,9	158,4	642,6	768,8	798,7	486,1	410,4
Білозерське	429,6	439,4	118,2	594,4	813,3	883,0	407,0	318,1
Бунге	1171,5	740,7	199,9	1335,7	1134,0	1114,0	927,8	336,7
Весела Долина	182,9	617,6	295,4	426,4	440,6	120,2	80,3	55,0
Виселки	103,2	137,1	66,5	103,9	118,3	92,3	132,1	141,8
Водяне	123,7	323,4	28,3	130,7	186,5	34,1	29,1	68,6
Водяне Друге	91,9	246,6	23,8	62,9	58,1	43,7	155,9	136,3
Волноваха	3963,1	4507,5	1634,7	2387,9	3368,5	4092,0	3901,0	2873,4
Володимирівка	178,6	382,8	101,7	248,8	292,4	372,9	313,0	270,6
Вугледар	524,5	681,2	179,4	377,0	347,7	318,0	350,3	582,2
Гнатівка	89,2	104,0	52,0	225,2	226,2	93,3	175,5	167,5
Горлівка	35273,7	14960,6	7093,8	17931,4	13699,9	20200,5	17484,3	12375,5
Гришине	121,8	165,2	25,8	218,2	121,1	1239,1	25,6	46,6
Дачне	1,6	44,9	57,7	40,8	1,8	1,6	37,6	10,8
Добропілля	1319,9	1733,5	532,5	2050,0	2648,9	3733,3	2238,6	1710,7
Докучаєвськ	3476,3	2994,3	60,5	81,4	108,1	22,2	56,8	23,6
Донецьк	153166,0	163531,8	63543,1	103197,5	113422,1	109567,1	103802,2	89052,1
Дорожнє	51,7	83,1	159,5	327,8	405,9	374,8	235,2	285,9
Дружківка	2000,9	1997,1	162,7	953,1	992,5	1937,4	768,5	457,2
Єнакієве	12297,7	11851,9	5472,8	14945,8	11601,7	9701,5	9515,6	7415,4
Зайцеве	29,2	173,8	69,7	89,1	124,0	0,0	0,0	0,0
Зеленопілля	49,8	162,5	41,3	39,7	137,4	169,1	87,9	39,3
Зугрес	1936,7	1235,9	138,9	1161,1	431,6	465,3	1618,5	1088,3
Іловайськ	1763,3	1051,9	136,2	374,3	683,7	544,8	689,9	866,7
Калинівка	134,7	35,9	10,3	24,8	45,6	291,8	324,1	124,1
Кальміуське	1581,7	1392,0	267,4	771,0	863,1	546,1	685,6	315,5

Продовження таблиці 3.2.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Костянтинівка	9982,8	9030,6	3507,3	7434,6	6137,6	6182,6	3561,0	2374,0
Котлине	644,1	851,0	418,9	865,4	893,3	616,0	233,7	191,4
Краматорськ	11398,0	14459,2	7275,7	11029,2	12045,8	16399,0	12736,5	13836,3
Красний Лиман	194,7	250,4	112,9	119,2	114,8	87,5	84,8	125,0
Кремінець	677,2	787,9	71,7	643,1	591,6	567,0	543,7	435,3
Курахове	3304,3	5203,6	2397,0	3993,0	4180,1	3677,7	4590,0	3736,0
Курдюмівка	88,9	107,6	13,0	66,8	62,4	108,9	97,8	12,3
Кутейникове	429,5	329,4	22,7	199,0	325,3	236,7	171,6	140,7
Лиман	5215,5	6476,2	3263,2	5462,2	5913,5	6395,1	3353,1	2051,1
Макіївка	70535,6	67507,7	14476,1	45344,0	53104,1	51043,1	41921,9	32037,6
Маріуполь	76850,9	104155,3	51623,2	97984,0	109792,9	112452,3	122989,9	104316,7
Миколаївка	2536,1	3558,5	1752,4	3504,6	3950,6	4673,5	2605,1	1838,7
Мирне	90,3	205,4	11,2	125,5	147,2	195,2	85,7	180,7
Мирноград	1371,5	1730,0	382,5	1467,4	1499,0	2487,3	2809,3	2040,1
Нова Полтавка	1204,0	1470,6	603,5	825,6	1267,1	1488,5	799,3	380,6
Новгородське	908,9	1137,9	581,8	888,9	958,7	961,1	735,4	484,8
Новий Світ	918,1	1207,2	337,0	884,0	929,2	903,2	781,8	889,9
Новоамвросіївське	403,2	385,7	123,7	265,5	263,5	211,4	55,2	57,6
Новоандріївка	809,3	971,7	686,2	871,4	1156,2	1040,7	614,5	441,6
Новогригорівка	110,1	80,2	71,7	136,6	205,9	111,4	321,9	0,7
Новгородівка	106,4	210,7	46,6	196,3	730,1	466,4	311,2	196,6
Новомиколаївка	215,1	286,4	211,0	276,4	300,1	285,3	202,1	183,8

Продовження таблиці 3.2.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Ольгинка	217,3	134,2	69,6	284,7	543,1	353,6	317,1	277,5
Пелагіївка	644,6	422,8	27,2	271,6	486,2	689,1	249,8	467,8
Піщане	210,7	640,1	268,1	651,3	609,8	483,3	463,0	378,2
Покровськ	10603,2	11705,6	6507,8	11123,2	11730,2	10539,8	8593,5	7940,8
Покровське	160,8	267,7	56,6	251,8	264,3	634,3	296,0	151,0
Попів Яр	63,4	109,8	20,6	19,8	88,5	52,0	16,1	14,5
Рівне	1156,1	1375,4	822,7	1403,5	1383,0	1269,1	1202,7	975,3
Ріг	111,8	130,3	1,8	126,9	145,6	117,0	98,9	94,3
Родинське	662,8	835,3	223,6	541,1	736,3	590,4	528,3	780,1
Світле	157,9	227,8	95,8	188,1	188,0	194,9	170,7	196,5
Селидове	252,6	517,0	49,0	235,4	281,9	92,2	314,2	309,3
Сіверськ	623,6	735,9	223,2	861,0	1158,7	1044,6	495,2	131,1
Слов'янськ	10475,5	10249,0	4286,8	8214,5	8211,2	11576,5	8962,3	4821,5
Сніжне	1124,2	1114,8	480,4	1035,5	1464,1	1374,5	766,5	563,6
Соледар	5155,7	6385,1	3267,7	4295,9	4279,5	3605,1	2389,8	973,3
Спірне	269,3	236,8	98,2	260,8	336,6	246,3	266,5	31,6
Старі Терни	401,6	585,6	322,3	522,9	438,0	407,0	436,9	669,3
Стародубівка	108,4	194,2	141,4	171,8	168,7	105,8	39,2	13,3
Старорайське	221,2	334,5	235,6	300,8	479,4	365,9	153,1	113,7
Торецьк	1204,3	800,6	46,1	115,2	145,4	804,4	23,0	157,0
Третяки	622,7	401,3	23,3	185,0	295,5	112,8	439,2	484,4
Удачне	3974,1	4337,8	2036,1	3184,0	2888,6	3242,6	1203,1	1088,8
Успенка	35,2	106,2	27,8	46,8	38,8	39,1	42,1	47,1
Харцизьк	2590,8	2332,6	690,3	1119,2	1517,8	2172,4	1372,4	4062,7
Холодне	165,5	41,1	53,0	66,7	20,1	18,4	16,2	6,1
Часів Яр	885,2	1155,0	138,5	265,0	721,1	1210,5	717,7	140,0
Чистякове	4899,4	1658,9	404,9	1760,2	3355,9	2550,8	1575,5	2284,7
Шахтарськ	2560,4	1339,7	143,1	1486,1	1934,9	1460,5	1334,2	1110,3

Закінчення таблиці 3.2.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Шевченкове	1002,7	1192,3	453,7	609,4	982,9	985,6	831,2	336,0
Юр'ївка	349,4	290,5	48,0	117,9	66,2	23,4	22,5	49,5
Ясинувата	9431,6	5917,0	737,2	4541,8	4401,6	4117,8	4007,5	2306,0
Ясна Поляна	313,3	255,0	60,1	220,9	256,5	257,3	216,9	148,2
Ясногірка	1604,7	1929,5	652,8	937,3	972,5	1809,5	1479,9	726,3

Як і у випадку з Автономною Республікою Крим, спочатку виведемо зміну кількості нічного освітлення для найбільшого міста Донецької області, Донецьку:

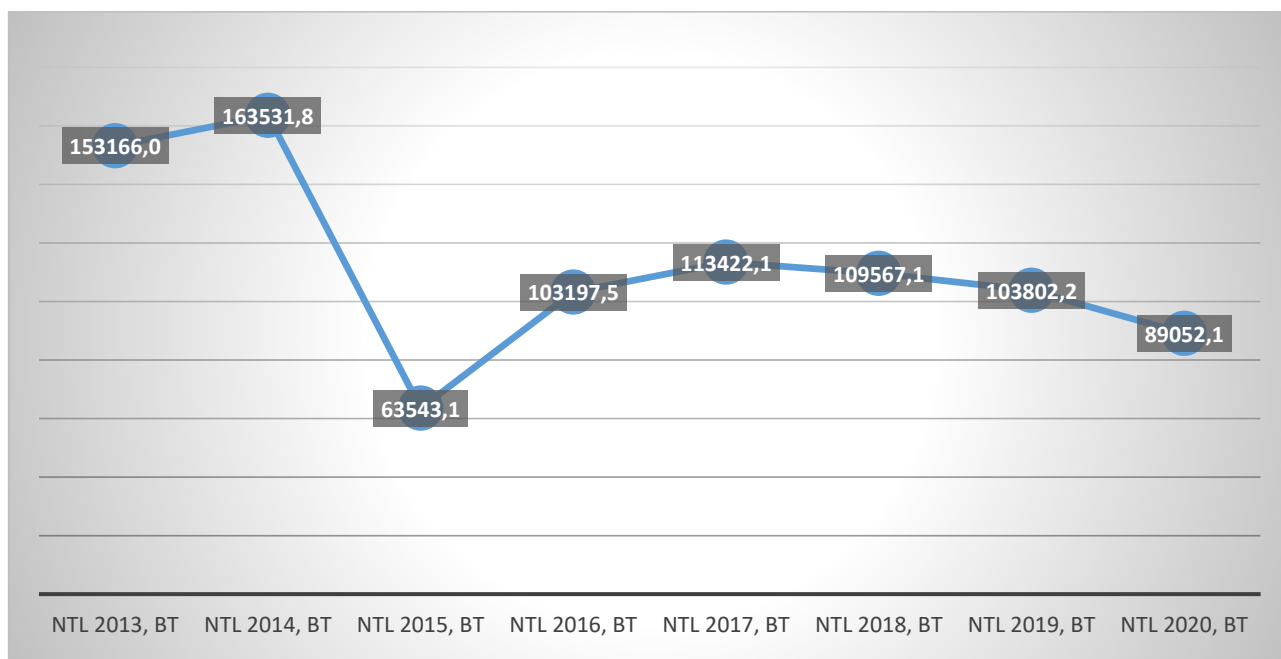


Рис. 3.4. Графік зміни даних NTL міста Донецьк з 2013 по 2020 роки

Як видно із побудованого графіку, різке зниження випромінюваного світла у місті Донецьк відбулося у 2015 році. З часом, у 2016 та 2017 роках, місто знову почало збільшувати кількість випромінюваного світла, але, з 2018 року і до кінця 2020 року, кількість випромінювання стала знижуватись.

Далі виведемо гістограму нічного випромінювання усієї Донецької області:

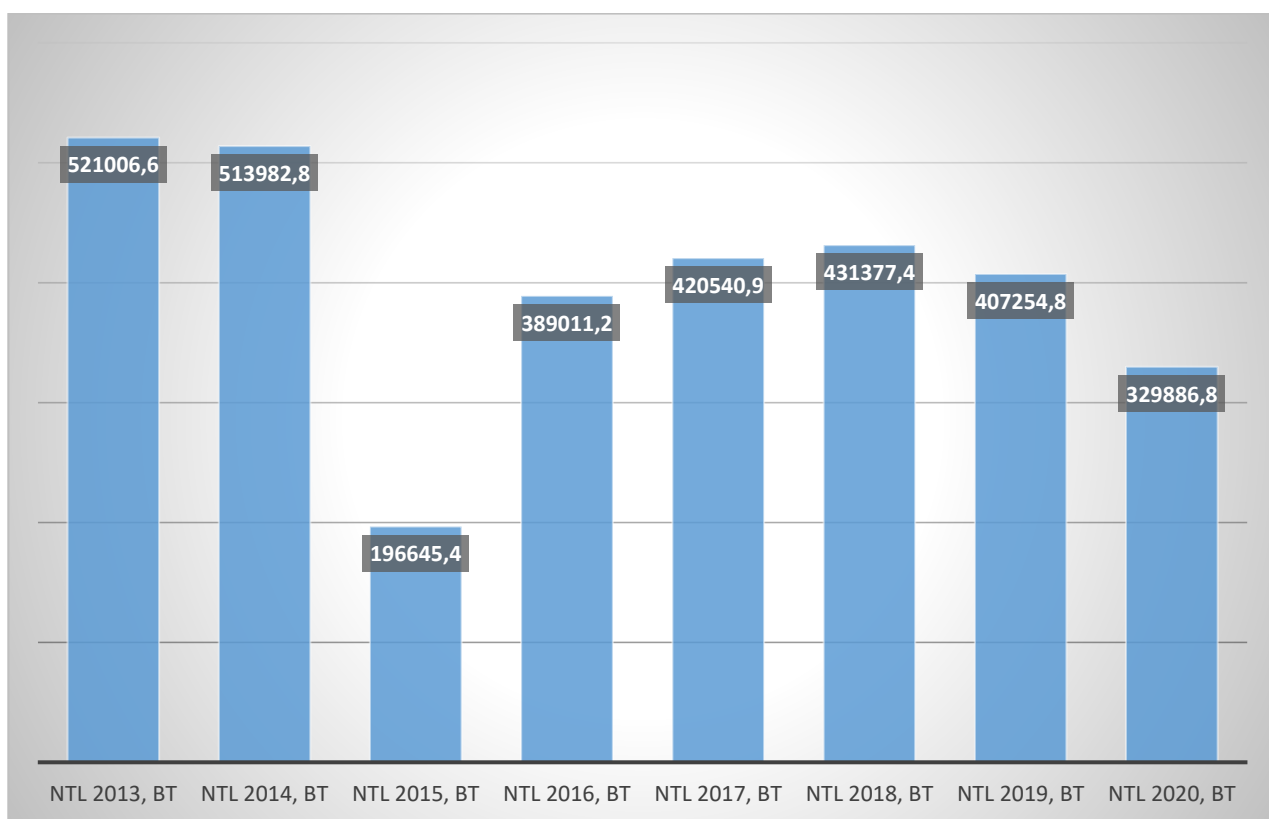


Рис. 3.5. Гістограма нічного випромінювання Донецької області з 2013 по 2020 роки

Із гістограми видно, що кількість випромінювання по усій області точно повторює графік падіння випромінювання у Донецьку, це пояснюється великою кількістю тривалих тяжких боїв, що проходили з моменту окупації області у кінці 2014 року, що призвели до руйнування інфраструктури, перебоїв у постачанні електроенергії, падіння економіки, та переміщення великої кількості населення. [24]

Для підтвердження актуальності інформації можна вивести карту з полігонами даних NTL:

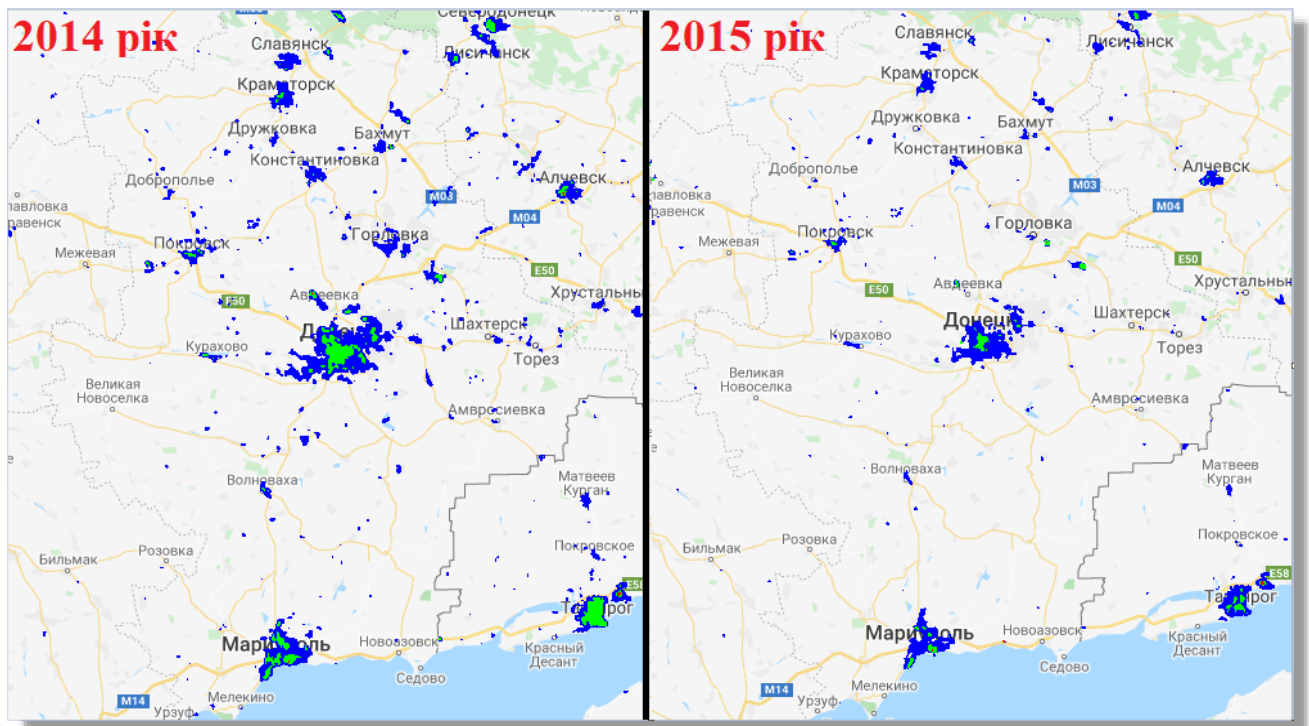


Рис. 3.6. Полігони зареєстрованих NTL даних Донецької області 2014 та 2015 рік

З рисунку 3.6 видно різке зниження кількості випромінення світла по усій території Донецької області, що підтверджує отримані статистичні дані.

3.3. Аналіз даних нічного освітлення Луганської області

Луганська область, як і Донецька, спеціалізується на важкій промисловості, що зазнала значних втрат з моменту її окупації, і хоча окупована територія Луганської області набагато менше, ніж Донецької, на ній також проводилися бойові дії, тому знищення інфраструктури, переміщення населення, закриття підприємств важкої промисловості, та зниження економічного рівня, очікувано відобразяться у даних нічного освітлення Землі. [24]

Таблиця даних нічного освітлення Луганської області виглядає наступним чином:

Таблиця 3.3.

Статистичні дані освітлення населених пунктів Луганської області

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Алчевськ	19134,8	22520,9	9363,0	11995,7	11819,4	13307,7	12397,4	9119,0
Антрацит	2880,5	2882,1	1562,6	3172,9	3164,1	2066,9	2138,0	1817,1
Брянка	710,5	532,3	55,5	733,9	1956,1	2189,1	1966,8	1575,4
Верхньокам'янка	2566,8	2264,3	755,8	2139,8	2665,8	2031,6	2590,1	1281,8
Вовчоярівка	530,8	460,8	79,2	188,5	372,5	345,1	437,5	5,4
Вознесенівка	532,5	1202,1	686,0	778,8	524,5	302,7	228,2	115,6
Довжанськ	2339,3	1904,3	847,5	1429,0	1541,0	1703,4	897,4	1138,3
Золотарівка	1693,2	1252,6	233,8	789,2	1389,2	1346,6	1070,9	695,4
Зразкове	622,8	493,4	21,9	143,9	362,1	336,5	236,1	31,5
Ізварине	190,3	276,8	140,1	185,5	164,5	171,5	154,0	151,2
Кадіївка	4378,5	3158,8	199,4	1077,2	2227,4	2392,0	1858,6	1361,5
Лисичанськ	9435,5	10044,0	4830,7	9234,5	4791,3	9119,8	2034,9	1001,6
Луганськ	30842,7	24686,5	5921,8	13936,5	16966,7	22469,8	17300,4	13693,6
Лутугине	1363,4	1373,7	233,3	593,6	619,0	613,8	255,2	334,4
Мілове	456,5	805,5	582,4	708,8	503,5	573,5	332,8	287,4
Молодогвардійськ	266,1	1036,4	338,7	455,9	863,0	775,1	324,8	206,4
Павлоград	1037,8	1340,8	329,1	961,1	538,6	468,3	212,0	213,8
Пелагіївка	49,4	192,0	122,4	99,1	151,5	135,8	4,9	7,5
Перевальськ	3160,4	2940,2	7,2	1181,9	1898,2	2376,3	1577,7	1938,4
Петрово-Красносілля	273,8	137,9	47,8	323,1	93,7	55,6	21,6	49,5
Попасна	3820,2	2560,1	461,2	2722,1	2752,9	2748,5	2430,2	1546,6
Ровеньки	2576,7	1393,3	458,6	1720,3	2277,7	1852,5	1545,3	1840,2
Рубіжне	6592,0	7608,7	2651,5	4851,9	5134,4	5528,2	5512,4	3513,5
Сватове	548,2	690,0	143,5	459,0	645,2	1460,4	1790,2	1435,9

Закінчення таблиці 3.3.

Населений пункт	NTL 2013, Вт	NTL 2014, Вт	NTL 2015, Вт	NTL 2016, Вт	NTL 2017, Вт	NTL 2018, Вт	NTL 2019, Вт	NTL 2020, Вт
Северодонецьк	14553,2	22306,6	9454,5	15666,1	13165,0	12966,2	7786,0	7439,1
Сорокине	2429,4	2698,3	0,0	459,3	787,1	1294,2	437,7	466,6
Старобільськ	680,0	1006,7	50,4	188,8	277,3	708,4	362,4	236,2
Суходільськ	699,6	907,4	428,7	304,1	1040,8	353,7	182,6	50,6
Тополівка	4507,8	4384,0	2025,9	4236,8	5214,2	4533,8	4532,2	3218,9
Хрустальний	4271,2	2250,5	264,0	1653,3	2245,4	1870,4	984,1	515,1
Щастя	1683,8	1904,8	144,6	923,3	1157,8	1360,6	968,9	836,5
Щотове	371,7	399,4	100,6	312,0	292,1	117,6	51,3	171,6

Відобразимо зміну кількості нічного освітлення для найбільшого міста області, Луганську:



Рис. 3.7. Графік зміни даних NTL міста Луганськ з 2013 по 2020 роки

Як видно із графіку змін даних нічної освітленості земної поверхні, місто Луганськ, як і місто Донецьк втратило суттєву частину випромінюваного світла

у 2015 році, в момент тривалих бойових дій на території цих областей, далі з 2016 по 2018 рік кількість випромінення в місті збільшувалась, але почала і продовжила знижуватись у 2019 та 2020 роках.

Гістограма випромінювання усієї області буде виглядати так:

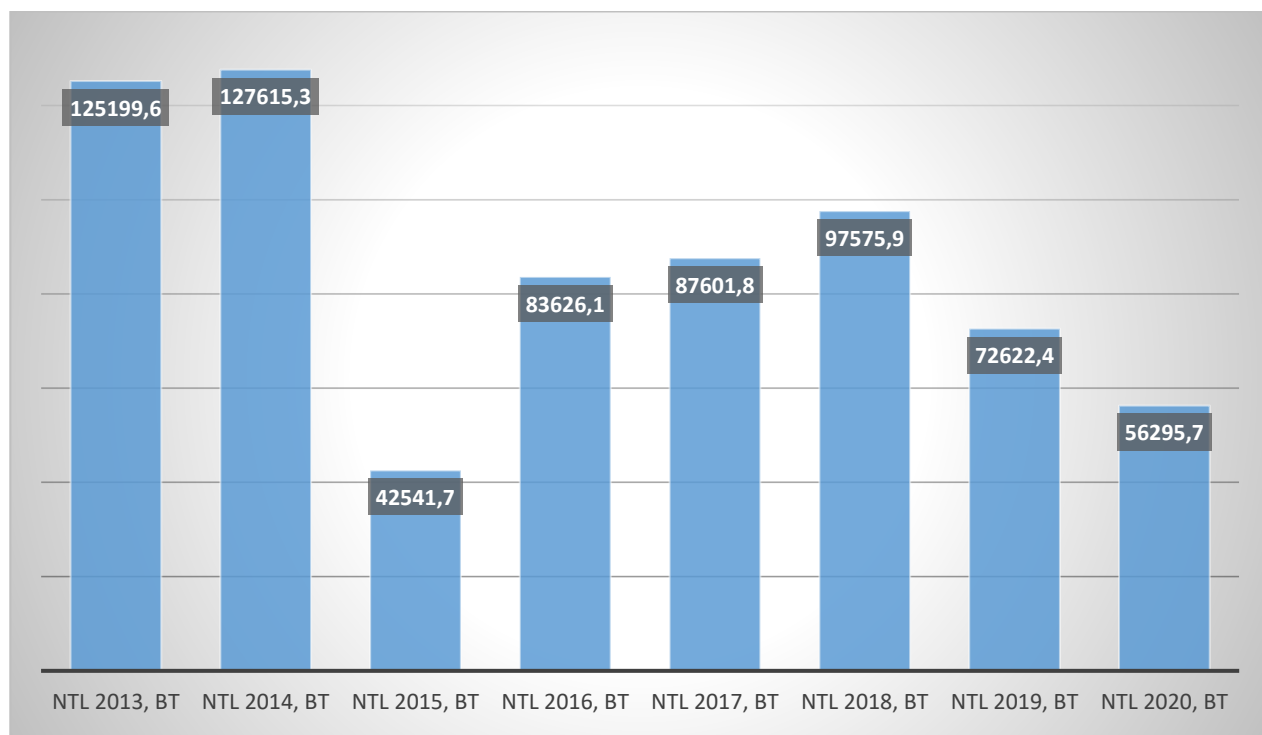


Рис. 3.8. Гістограма нічного випромінювання Луганської області з 2013 по 2020 роки

З гістограми видно майже аналогічну до Донецької області ситуацію падіння кількості нічної освітленості у 2015 році, що також пояснюється тривалими бойовими діями на цих територіях.

Для підтвердження актуальності інформації можна вивести карту з полігонами даних NTL:

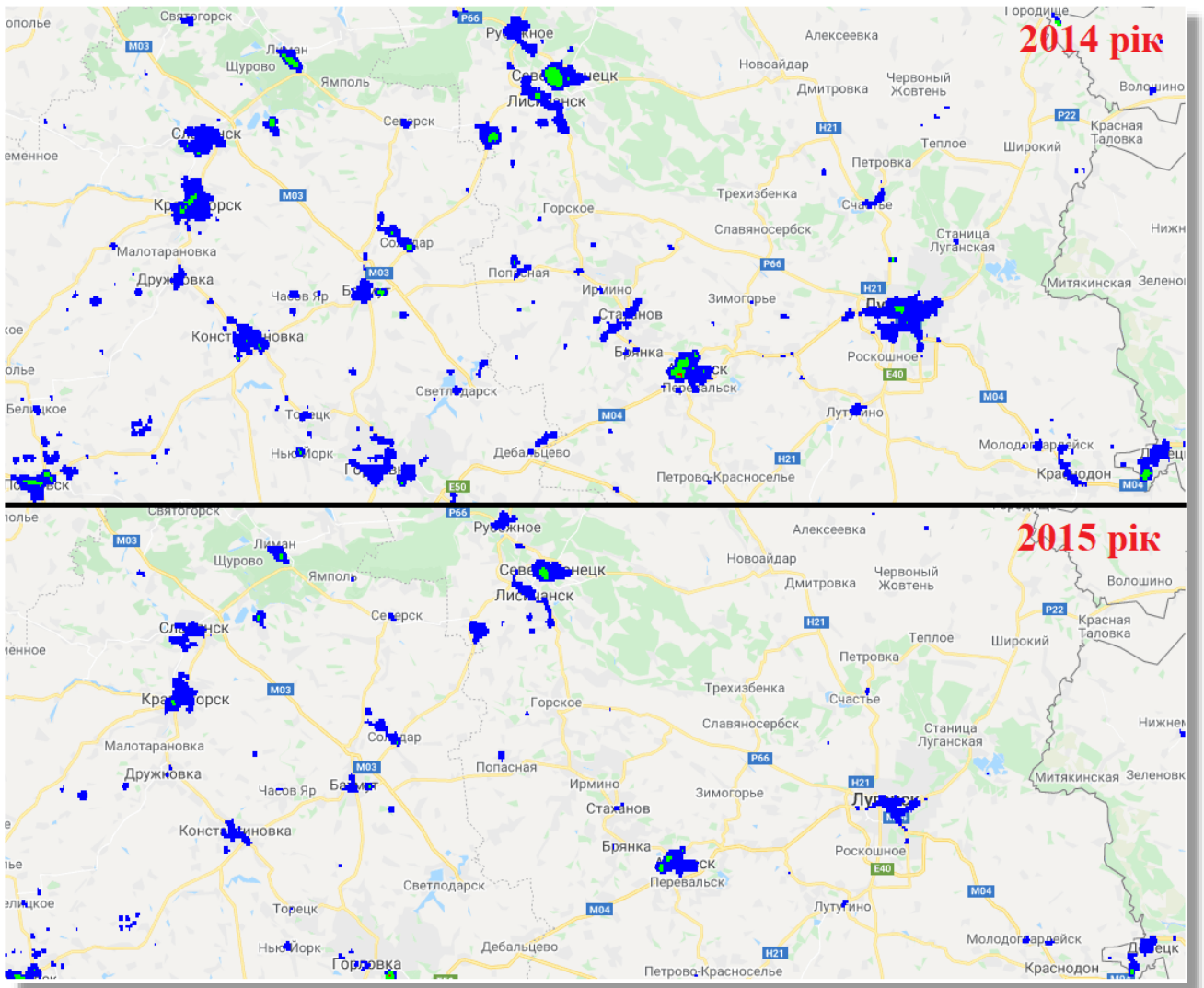


Рис. 3.9 Полігони зареєстрованих NTL даних Луганської області 2014 та 2015 рік

З рисунку 3.9 видно різке зниження кількості випромінення світла по усій території Луганської області, що підтверджує отримані статистичні дані.

3.4. Результати аналізу даних нічного освітлення

Як видно з статистичних даних, зміна кількості нічного випромінювання в окупованих областях, порівняно з даними до початку окупації, не для усіх областей мала негативний характер. Автономна Республіка Крим з моменту окупації збільшила кількість нічного випромінювання, що зміг зареєструвати

супутник, більше ніж на 100%, що свідчить про підвищення рівню економічного стану території. Напроти, території Донецької та Луганської області зазнали значних втрат кількості нічного випромінювання, що може свідчити про зниження економічної складової, руйнування інфраструктури, закриття об'єктів промисловості та масового переміщення населення.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі дипломної роботи побудовано таблиці даних NTL відповідно до областей, що вони охоплюють. Був проведений аналіз отриманих статистичних даних зміни кількості нічного випромінювання окупованих областей. Побудовано графіки та гістограми, що відображають зміну кількості нічного освітлення, а також доданий ілюстративний матеріал, що це підтверджує.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Забруднення атмосферного повітря

Забруднення атмосферного повітря – один з видів антропогенного забруднення, що полягає у викиді до атмосфери хімічних речовин, біологічних матеріалів, твердих частинок, тощо, що мають шкідливі наслідки для людини і інших живих організмів.

Джерела забруднення атмосфери вчені за походженням поділяють на:

- природні;
- антропогенні;

До природних джерел забруднення відносяться:

- виверження вулканів;
- виділення метану в процесі розкладання органічних останків;
- лісові і торф'яні пожежі;
- пилові та пісочні бурі;
- поширення пилку рослин;
- процеси вивітрювання ґрунтів і гірських порід;

До антропогенних джерел забруднень відносяться:

- тепло-, гідроелектростанції, атомні електростанції та теплоцентралі, що спалюють органічне паливо;
- транспорт;
- викиди отруйних газів з промислових підприємств;
- видобуток та переробка мінеральної сировини;
- відкриті джерела (видобуток корисних копалин, будівництво, тощо);
- викиди, пов'язані з видобутком, обробкою і зберіганням радіоактивних речовин.

В результаті діяльності людини у верхні шари атмосфери викидається велика кількість отруйних речовин, попелу і кіптяви, що не може позитивно впливати на стан атмосферного повітря, погіршення якого має прямі екологічні наслідки для планети.

В результаті забруднення повітря та збільшення у ньому кількості отруйних речовин виснажується озоновий шар, збільшується кількість сонячної радіації, наслідком чого є підвищення температури планети, танення льодовиків та підвищення рівня світового океану. Руйнування озонового шару призводить до сильного опромінення всієї планети ультрафіолетовими променями, що викликає ослаблення імунітету, та розвиток хвороб у живих істот.

Комплексним результатом вирубки лісів і виснаження озонового шару є парниковий ефект, що, в свою чергу, є причиною глобального потепління. Підвищення температури планети загрожує зникненням місць проживання багатьох представників тваринного та рослинного світу.

Довгий вплив отруйних речовин на організм людини призводить до загального поганого самопочуття, а пізніше до головного болю, нудоти, подразнень слизових оболонок, та розвитку хвороб легенів та серцево-судинної системи.

Через викиди в атмосферу шкідливих речовин промисловими підприємствами можна дедалі частіше спостерігати кислотні дощі, що утворюються від взаємодії оксидів сірки, хлористого водню та азоту з парами води. Випадаючи такі дощі отруюють ґрунт, він стає кислим, що призводить до зниження його родючості, гублять рослини, спустошуючи зелені ділянки, завдають значні збитки всьому сільському господарству та отруюють водойми, що призводить до загибелі цієї екосистеми.

Проблема забруднення атмосферного повітря стосується усіх територій земної кулі, тому питання розробки та використання методів боротьби з забрудненням стоїть перед вченими усього світу.

Для зменшення згубного впливу промисловості на атмосферу, пропонується використання наступних способів:

- Абсорбційний: передбачає установку фільтрів з активованого вугілля, вапняку і його лужних розчинів, аміаку. Ці речовини відмінно вбирають в себе шкідливі гази. До плюсів цього способу відносять хорошу якість очищення і простоту. Однак пристрої з фільтрами займають досить багато місця, а також треба періодично міняти очисну рідину;

- Окислювальний спосіб хороший тим, що випалює в повітря горючі шкідливі домішки. До мінуса такого методу відносять виділення вуглекислого газу;

- Каталітичний: отруйні пари і гази пропускають через тверді каталізатори, що прискорюють процес відділення шкідливих речовин і домішок. Спосіб хоч і дієвий, але вимагає величезних коштів і витрачає багато енергії;

- Механічний спосіб застосовують уже досить рідко. Газ заганяють в спеціальні турбіни, де гвинтами, що створюють вихори, збираються отруйні частинки. Крім високих витрат енергії і необхідності постійного обслуговування апарату (видалення з гвинтів зібраних частинок) цей спосіб малоефективний, слабо очищає повітря;

- Електровогневий спосіб – найновіший і найефективніший з усіх існуючих способів очищення газів. Необхідне для очищення заганяється в судини, а після – пропускається крізь наелектризоване полум'я. На жаль цей метод дуже важко здійснити і тому застосовується рідко.

Іноді краще поєднувати відразу кілька способів очищення повітря від отруйних речовин.

Для боротьби з шкідливими викидами автотранспорту, почали випускати нові моделі автомобілів, що викидають набагато менше отруйних газів, або працюють від електрики, на біопаливі, або встановлюють газове обладнання.

Ще одним методом боротьби є реорганізація великих міст. Заводи, підприємства, автотраси та інші подібні об'єкти потрібно відокремлювати від житлових районів щільною стіною з дерев і чагарників, що будуть виступати в

ролі природного фільтра. При можливості слід будувати промислові організації за межами міст.

Необхідно реформувати обробку відходів, що зменшить розміри звалищ які є причиною виділення метану та інших речовин, що руйнують озоновий шар, в процесі розкладання органічного сміття.

Збільшення кількості лісів та охорона вже існуючих, також стане продуктивним методом боротьби з наслідками забруднення атмосфери, адже саме вони знижують дію парникового ефекту.

4.2. Забруднення водних об'єктів

Забруднення водних об'єктів – перевищення концентрації хімічних речовин чи значень показників фізичних властивостей води водних об'єктів над гранично допустимими концентраціями, яке спричиняє порушення норм якості води.

Основними джерелами забруднення водних об'єктів є:

- Стічні води. Забруднення водних об'єктів стічними водами з різними шкідливими домішками неорганічного (кислоти, солі, луги) та органічного (нафта, нафтопродукти, миючі засоби, пестициди, тощо) складу;
- Фермерські господарства. Забруднення води великою кількістю хімічних добрив, отрутохімікатів, гербіцидів, інсектицидів і органічних відходів, які вимиваються і потрапляють в поверхневі і підземні води, а також забруднення від великих тваринницьких комплексів;
- Промислові відходи. До основних забруднювачів води належать хімічні, нафтопереробні й целюлозно-паперові комбінати, гірничорудна промисловість, комунально-побутові стоки. Ртуть, мідь, фтор, радіоактивні частки, залізо потрапляють до річок від промислових підприємств. Серед забруднювачів води особливе місце посідають синтетичні миючі засоби, які є надзвичайно стійкими і зберігаються у воді роками;

- Витоки нафти. Особливої шкоди водоймам завдають нафта й нафтопродукти, які утворюють на поверхні води плівку, що перешкоджає газообміну між водою та атмосферою, а також знижує вміст кисню у воді. В результаті розливу 1т нафти плівкою покривається 12 км² води. Згустки мазуту, осідають на дно, вбивають донні мікроорганізми, які беруть участь у процесі самоочищення води. Внаслідок гниття даних осадів, забруднених органічними речовинами, виділяються шкідливі сполуки, зокрема сірководень, що отруюють усю воду в річці;

- Тверді відходи. Забруднення води відбувається внаслідок накопичення в ній нерозчинних домішок – пластикових пляшок, пакетів, гравію, піску, глини, мулу, який змивається з дощовими водами з розораних ділянок (полів). Замулення річок відбувається внаслідок розорювання заплав і вирубування лісових смуг. Тверді частинки знижують прозорість води, пригнічують розвиток водяних рослин, забивають зябра риб та інших водяних тварин, погіршують смакові якості води, а іноді роблять її взагалі непридатною для споживання;

- Теплове забруднення. Забруднення води відбувається внаслідок спускання у водойми підігрітих вод від ТЕС, АЕС та інших енергетичних об'єктів. Тепла вода змінює термічний і біологічний режими водойм і шкідливо впливає на їхніх мешканців. Вода, нагріта до температури 26-30°C, діє на риби та інших мешканців водойм пригнічуючи, а якщо температура води піднімається до 36°C, риба гине. Крім того, злив теплої води у річки призводить до прискореного заростання водойми водоростями і мору живності;

- Атмосферне забруднення. Наявність у повітрі золи, попелу, сажі та різних газів, які з опадами потрапляють до річок, озер та інших водних об'єктів.

Таке забруднення водних об'єктів має величезний вплив на усі живі організми, зокрема, виділяють наступні наслідки забруднення води:

- Зменшення видової різноманітності річкової флори і фауни;
- Заростання і зникнення водойм;
- Погіршення смаку, кольору і запаху води;

- Руйнування емалі наших зубів через надлишок фтору;
- Спалахи гепатитів, спровоковані бактеріями і кишковою паличкою;
- Перевантаження організму залізом, що викликає порушення формування кісткової тканини;
 - Накопичення свинцю, хрому, кадмію, бензапірену, а також хлор у воді провокують появи онкології і нервових розладів;
 - Інфекційні і кишкові захворювання: від тифу і дизентерії до холери;
 - Погіршення стану волосся і шкіри;
 - З'єднання фенолу і фтору негативно впливають на роботу печінки;
 - Зараження паразитами;
 - Радіоактивні ізотопи і пестициди накопичуються в організмах і циркулюють в харчових ланцюжках, руйнуючи тканини і призводячи до безпліддя і генетичних мутацій.

Для покращення стану водних об'єктів, перш за все, потрібно здійснити комплекс заходів з припинення скидання неочищених стічних вод, ренатурації осушних заплав, рекультивації порушених земель, провести моніторинг стану гідротехнічних споруд, а також посилити державний нагляд і контроль за скидами з підприємств і дотримання режиму господарювання у водоохоронних зонах. Обладнати підприємства системами дощової каналізації з очисними спорудами, для запобігання потрапляння неочищеної води до водних об'єктів.

4.3. Забруднення ґрунтів

Забруднення ґрунту – поступова зміна фізичних і хімічних властивостей ґрунту у наслідок потрапляння до нього хімічних сполук, або фізичних об'єктів.

Ґрунти забруднюються різними хімічними речовинами, пестицидами, відходами сільського господарства, промислового виробництва та комунально-побутовим підприємствам.

Хімічні сполуки, що надходять у землю, нагромаджуються і призводять до поступового зміни хімічних і фізичних властивостей ґрунт, знижують чисельність живих організмів, погіршують її родючість.

Забруднення ґрунтів і порушення нормального круговороту речовин відбувається внаслідок недозованого застосування мінеральних добрив і пестицидів. У багатьох галузях сільського господарства пестициди застосовують у великих кількостях для захисту рослин і боротьби з бур'янами. Щорічне їх застосування, призводить до їх нагромадження у ґрунтах.

Разом з гноєм і фекаліями у ґрунт нерідко потрапляють хвороботворні бактерії, яйця гельмінтів та інші шкідливі організми, які через продукти харчування потрапляють до організму людини.

Забруднення ґрунтів пов'язані з забрудненням атмосфери та води. У ґрунт потрапляють різні тверді і рідкі відходи промислового виробництва, сільського господарства і комунально-побутових підприємств. Основними забруднюючими ґрунт речовинами є метали та їхні сполуки, радіоактивні речовини, добрива і пестициди.

Виділяють наступні види забруднення ґрунтів:

- Механічне. Засмічення ґрунтів великоблоковими матеріалами у вигляді будівельного сміття, битого скла, кераміки та інших інертних відходів
- Хімічне. Забруднення пов'язане з проникненням у ґрунт речовин, які змінюють його природну концентрацію хімічних елементів до рівня, що перевищує норму;
- Біологічне. Забруднення, що пов'язане із розмноженням, а також розкладанням у ґрунті організмів, небезпечних для людини;
- Фізичне. Забруднення ґрунтового середовища, що проявляється у зміні температурного, електричного і магнітного полів.

На даний момент головними джерелами забруднення є:

- Житлові будинки і побутові підприємства. Серед забруднюючих речовин переважає побутове сміття, харчові відходи, фекалії, будівельне сміття, відходи

опалювальних систем, предмети домашнього побуту, які прийшли у непридатність; сміття громадський установ – лікарень, їдальнь, готелів, крамниць та ін;

- Промислові підприємства. У твердих і рідких промислових відходах постійно присутні ті чи інші речовини, здатні надавати токсичних вплив на живі організми. Наприклад, у відходах металургійної промисловості звичайно є солі кольорових і тяжких металів. Машинобудівна промисловість виводить в довкілля ціаніди, сполуки миш'яку, берилію. При виробництві пластмас і штучних локон утворюються відходи бензолу і фенолу. Відходами целюлозно-паперової промисловості, зазвичай, є феноли, метанол, скипидар, тощо;

- Теплоенергетика. Крім викиду маси шлаків під час спалювання кам'яного вугілля з теплоенергетикою пов'язано розповсюдження у повітрі сажі, незгорілих частинок палива, оксидів сірки, що зрештою осідають у ґрунті;

- Сільське господарство. Добрива, отрутохімікати, застосовувані у сільському і лісовому господарстві для захисту рослин від шкідників та знищення бур'янів. Забруднення ґрунтів і порушення нормального круговороту речовин відбувається внаслідок недозованого застосування мінеральних добрив і пестицидів. Пестициди, які, з одного боку, рятують врожай, захищають сади, поля, ліси від шкідників, знищують бур'янисту рослинність, з іншого боку – руйнують природні екосистеми, та є причиною загибелі багатьох корисних організмів;

- Транспорт. Працюючи двигуни внутрішнього згорання виділяють оксиди азоту, свинець, вуглеводні та інші речовини, що осідають на поверхні ґрунту чи поглинаються рослинами. Кожен автомобіль викидає у повітря 1 кг свинцю у вигляді аерозолу за рік. Свинець викидається в вихлопними газами автомобілів, осідає на рослинах, проникає у сухий ґрунт, де він може залишатися тривалий час, оскільки слабо розчиняється. Спостерігається яскраво виражена тенденція до зростання кількості свинцю в тканинах рослин, що напряду зв'язано з

збільшенням кількості автотранспорту, та споживанням пального, що містить тетраетилсвинцю;

Для боротьби з забрудненням ґрунту степінь забруднення прийнято розділяти на 3 категорії, що вимагають наступних дій:

- Профілактики;
- Перебудови;
- Припинення використання ґрунтів.

Як видно із назв використовуваних дій, при забрудненні ґрунтів, що не перевищує гранично допустимих концентрацій рекомендується проведення профілактичних заходів та здійснення моніторингу стану ґрунту і рослин.

У випадку, коли в ґрунті та рослинах перевищуються граничні допустимі норми забруднення, та є небезпека для здоров'я людей, рекомендується застосування меліоративних, агрохімічних та селекційних заходів, а також організація раціонального використання забруднених земель.

Коли забруднення значно перевищує гранично допустимі норми, ґрунти відводять під заліснення.

Висновки до розділу 4

У четвертому розділі дипломної роботи була надана характеристика основних видів забруднення навколишнього середовища, а саме забруднення атмосфери, води та ґрунтів, було наведено основні причини забруднення, методи боротьби з ними та наслідки.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Темою дипломної роботи є «Використання даних нічного космічного знімання для аналізу стану окупованих територій».

Тема роботи передбачає розробку програмного забезпечення, що буде отримувати, обробляти, та виводити інформацію про кількість нічного освітлення земної поверхні. Усі ці процеси проводяться за допомогою персональних комп'ютерів, у приміщеннях типу обчислювальних центрів.

5.1. Перелік небезпечних та шкідливих виробничих факторів діючих у робочій зоні

Відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація.» небезпечні та шкідливі виробничі фактори за природою своєї дії поділяють на наступні групи:

- Фізичні;
- Хімічні;
- Біологічні;
- Психофізіологічні;

Інженер-розробник, відповідно до цього ж ГОСТ-у, під час роботи у межах робочої зони може знаходитись під впливом наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- Підвищена, або понижена температура повітря робочої зони;
- Підвищена, або понижена вологість повітря робочої зони;
- Підвищена, або понижена циркуляція повітря робочої зони;
- Підвищена, або понижена температура робочого обладнання;
- Підвищена, або недостатня кількість освітленості робочої зони;
- Підвищений рівень шуму на робочому місці;
- Підвищений рівень електромагнітного випромінювання;

- Підвищений рівень статичної електрики.

Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони», а також ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» при виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням в кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами, в залах обчислювальної техніки повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату (температура повітря 22-24°C, відносна вологість 60 - 40%, а швидкість руху повітря не більше 0,1 м/с.)

Кількість освітленості робочої зони регулюється відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Відповідно до ДБН, для роботи інженера проектувальника рівень штучного освітлення має становити:

- Рівень комплексного освітлення – 300-400 люкс;
- В загальній системі освітленості – 200-300 люкс.

Прийнятий рівень шуму робочої зони, відповідно для ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», для виконання аналітичних та вимірювальних робіт становить 60 дБА.

Персональний комп'ютер, як і будь який візуальний дисплейний термінал (ВДТ) на основі електронно-променевої трубки є джерелом декількох видів електромагнітного випромінювання. Рівень випромінювання та вплив випромінювання на користувача регулюється згідно ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.»

Рівень напруженості електростатичних полів у робочій зоні інженера-проектувальника регулюється відповідно до ГОСТ 12.1.045-84 «Допустимі рівні напруженості електростатичних полів», таким чином, рівень напруженості електростатичних полів у робочій зоні за тривалістю впливу не повинен перевищувати 60кВ/м на 1 годину, та 20кВ/м до 9 годин, а поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500В.

5.2. Організаційні та конструктивно-технологічні заходи для зниження впливу шкідливих виробничих факторів.

Небезпечні та шкідливі фактори, що перераховані вище, впливають на самопочуття та здоров'я людини, що призводить до зниження продуктивності праці, зменшенню уваги, та виникненню патологій при довгостроковому їх впливі на організм людини.

5.2.1. Методи боротьби з впливом температури, вологості та циркуляції повітря на робочому місці

Основним методом боротьби з впливом температури, вологості, та циркуляції повітря на робочому місці є дотримання норм, що зазначені у ГОСТ 12.1.005-88(1998) про «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони», а також ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Згідно до ДСН 3.3.6.042-99 для постійних робочих місць встановлені наступні параметри:

Таблиця 5.1.

Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/сек
Холодний період року	Легка Іа	22 - 24	60 - 40	0,1
	Легка Іб	21 - 23	60 - 40	0,1
	Середньої важкості Іа	19 - 21	60 - 40	0,2

Продовження таблиці 5.1.

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/сек
Холодний період року	Середньої важкості Іб	17 - 19	60 - 40	0,2
	Важка ІІІ	16 - 18	60 - 40	0,3
Теплий період року	Легка Іа	23 – 25	60 - 40	0,1
	Легка Іб	22 – 24	60 - 40	0,2
	Середньої важкості Іа	21 – 23	60 - 40	0,3
	Середньої важкості Іб	20 – 22	60 - 40	0,3
	Важка ІІІ	18 - 20	60 - 40	0,4

Відповідно до зазначених даних, та для категорії робіт Легка Іа в приміщенні слід дотримуватись встановлених показників температури повітря в 22-24 °С в холодну пору року, та 23-25°С в теплу, а також показників вологості повітря в 60-40%, та швидкості руху повітря в 0,1 м/с не розділяючи показники в відповідності до періодів року.

На сьогодні, для забезпечення оптимальних умов мікроклімату в будь який період року, приміщення з розташованими комп'ютеризованими робочими місцями обладнують кондиціонерами, які автоматично підтримують задані їм параметри мікроклімату.

Можна розрахувати потрібну потужність кондиціонера за наступними формулами.

Вихідна інформація:

Площа приміщення (S), де розташоване комп'ютеризоване робоче місце дорівнює 16,8 м².

Висота приміщення (h), дорівнює 3 м.

Приміщення обладнане 2 вікнами, розташованими з одної сторони приміщення, сонце попадає до кімнати тільки частину світлового дня, тому прийнятий коефіцієнт обрахунків (k), буде дорівнювати 35.

1. Надходження тепла в приміщення розраховується за наступною формулою:

$$T_1 = S \cdot h \cdot k \quad (5.1),$$

де S – площа приміщення, m^2 ;

h – висота приміщення, m ;

k – коефіцієнт надходження тепла;

Відповідно до формули, показних надходження тепла до приміщення:

$$T_1 = 16.8 \cdot 3 \cdot 35 = 1764 \text{ Вт}$$

2. Надходження тепла в приміщення від оргтехніки розраховується за наступною формулою:

$$T_2 = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (5.2),$$

де Q – сила надходження тепла від оргтехніки;

n – кількість приладів.

Відповідно до формули потрібно зазначити обладнання, розташоване в робочій зоні:

Системний блок – 480 Вт;

Монітор 1 – 160 Вт;

Монітор 2 – 120 Вт;

Принтер – 45 Вт;

Сканер – 60 Вт;

Енергозберігаючі лампи освітлення – 20 Вт/шт.

Таким чином, відповідно до формули 5.2:

$$T_2 = 480 + 160 + 120 + 45 + 60 + 20 \cdot 3 = 925 \text{ Вт}$$

3. Надходження тепла від людей, що постійно знаходяться в приміщенні розраховується за наступною формулою:

$$T_3 = n_1 \cdot T_{\text{сер}} \quad (5.3),$$

де n_1 – кількість людей, $n_1 = 1$;

$T_{\text{сер}}$ – середнє виділення тепла людиною для офісних приміщень 100 Вт.

$$T_3 = 1 \cdot 100 = 100 \text{ Вт}$$

4. Загальне надходження тепла до приміщення

$$T_{\text{заг}} = T_1 + T_2 + T_3 \quad (5.4),$$

Відповідно до формули 5.4, маємо:

$$T_{\text{заг}} = 1764 + 925 + 100 = 2729 \text{ Вт}$$

Прийнято встановлювати кондиціонер потужність якого дорівнює, або перевищує величину, отриману в ході розрахунків.

Для приміщення площею 16.8 м² буде достатньо обрати кондиціонер вихідною потужністю 2.8 кВт, наприклад, настінний кондиціонер Zanussi ZACS-NS/N1.

5.2.2. Методи боротьби з низькою освітленістю робочої зони

Як і у випадку з методами боротьби з впливом температури, вологості та циркулювання повітря основним методом боротьби з впливом низької освітленості на робочому місці є дотримання норм, що зазначені у ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення».

Відповідно до нього у виробничих приміщеннях, де виконується зорова робота дуже високої точності, для якої найменший розмір об'єкта розпізнавання становить 0,15-0,3 мм, слід встановлювати суміщене освітлення. Рівень освітленості на робочому столі має бути у межах 300-500 люкс.

При недостатній кількості освітлення робочої зони, для підвищення ефективності освітлення встановлюються додаткові лампи, а стіни і стеля фарбуються в білий колір, для забезпечення максимального коефіцієнту відбиття.

5.2.3. Методи боротьби з рівнем шуму на робочому місці

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99, Шум – це будь який небажаний звук, який наносить шкоду здоров'ю людини, знижує працездатність, а також може сприяти отриманню травм, в наслідок тривалого впливу на організм людини.

Інженер проектувальник, який одночасно є користувачем ПК, підвержений впливу наступних джерел шуму:

- Шум, створюваний технічними засобами робочої зони суб'єкта;
- Шум, створюваний технічними засобами, що безпосередньо не знаходяться в робочій зоні суб'єкта, але впливають на нього через рівень свого розповсюдження.

Основними методами боротьби з виробничим шумом є:

- зменшення вихідного шуму від його джерела;
- звукопоглинання;
- звукоізоляція;
- акустична обробка приміщень;
- зменшення шуму на шляху його розповсюдження;
- раціональне планування робочої зони;

5.2.4. Методи боротьби з впливом електромагнітного випромінювання, та статичної електрики

Потенційно джерелами слабого іонізуючого випромінювання можуть бути ВДТ, але сучасні LCD – монітори, що в них встановлені його не генерують.

Також, рівень електромагнітних полів, що виникають при роботі з персональним комп'ютером є достатньо малим, тому не впливає на організм людини, при його використанні у ході нормованого робочого часу.

Джерела лазерного випромінювання – відсутні.

Електростатичне поле на робочому місці виникає при великій кількості електронного обладнання на незаземлених металевих та діелектричних поверхнях устаткування, на покритті підлоги чи панелях стін.

Для зменшення впливу електростатичних полів слід не допускати у робочій зоні великого скупчення електронного обладнання без їх заземлення, а також дотримуватись норм ГОСТ 12.1.045-84 «Допустимі рівні напруженості електростатичних полів», , та не перевищувати тривалості впливу напруженості електростатичного поля на робочому місці інженера-розробника 60кВ/м на 1 годину, та 20кВ/м до 9 годин.

5.3. Пожежо- та вибухонебезпека

Пожежі та вибухи на робочих місцях, що обладнані великою кількістю персональних комп'ютерів становлять особливу небезпеку, адже завжди завдають значних матеріальних втрат. Зазвичай, приміщення, де розташовані електронні обчислювальні машини (ЕОМ) мають невелику площу, пожежа (вибух) в них може виникнути в результаті взаємодії горючих речовин, окиснення та джерела запалювання.

Згідно з ДСТУ 8828:2019 "Пожежна безпека. Загальні положення" попередження утворення горючого (вибухонебезпечного) середовища може забезпечуватись наступними загальними заходами або їх комбінаціями:

- максимально можливе використання негорючих та важкогорючих матеріалів замість горючих;
- максимально можливе за умови технології та будівництва обмеження маси та об'єму горючих речовин, матеріалів та найбільш безпечні способи їх розміщення;
- ізоляція горючого середовища (використання ізольованих відсіків, камер, кабін, тощо);

- підтримання безпечної концентрації середовища відповідно до норм і правил безпеки;
- достатня концентрація флегматизатора в повітрі захищеного об'єкту (його складової частини);
- підтримання відповідних значень температур та тиску середовища, за яких поширення полум'я виключається;
- максимальна механізація та автоматизація технологічних процесів, пов'язаних з обертанням та використанням горючих речовин;
- установка та розміщення пожежонебезпечного устаткування в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;
- застосування пристроїв захисту устаткування з горючими речовинами від пошкоджень та аварій, встановлення пристроїв, що відключають, відсікають, тощо;
- видалення пожежонебезпечних відходів виробництва;
- заміна легкозаймистих та горючих рідин на пожежобезпечні технічні миючі засоби.

Згідно ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» приміщення з розташованими в них ЕОМ належать до категорії «В».

Згідно до цієї категорії, приміщення, де розташовані ЕОМ, повинні бути 1 і 2 ступеня вогнестійкості, а для швидкого виявлення загорання обладнані автоматичними системам пожежної сигналізації.

Для евакуації людей у кожному приміщенні повинен знаходитись план евакуації, на якому повинен бути чітко позначений шлях евакуації, евакуаційні виходи, та місця розміщення устаткування, що може сприяти процесу евакуації.

Для гасіння пожеж у приміщенні у межах вільного доступу повинні бути розташовані пожежні стовбури, внутрішні пожежні водопроводи, вогнегасники.

Для гасіння електроустановок, що в момент пожежі знаходяться під напругою, у вільному доступі мають бути газові вогнегасники.

Керівник установи, співробітники та обслуговуючий персонал, у разі виникнення пожежі зобов'язаний:

- негайно повідомити про пожежу службі пожежної охорони з вказанням адреси об'єкту, місця виникнення пожежі, та власних ідентифікаційних даних (ПІБ);
- прийняти заходи з евакуації людей, гасіння пожежі та збереження матеріальних цінностей.

Після прибуття пожежного підрозділу відповідальний громадянин зобов'язаний:

- чітко проінформувати підрозділ, чи усі люди евакуйовані з будівлі, або окремих її приміщень;
- про конструктивні і технологічні властивості об'єкта, а також зв'язаних з ним споруд та будівель;
- наявності на об'єкті отруйних, або вибухових речовин, установок, що не підлягають відключенню;
- організувати залучення сил і засобів об'єкта до здійснення необхідних заходів, пов'язаних з ліквідацією пожежі та попередженням її поширення.

5.4. Інструкція з охорони праці при роботі з персональним комп'ютером

До роботи на персональному комп'ютері допускають осіб, які пройшли інструктаж з питань охорони праці та пожежної безпеки.

Користувач зобов'язаний:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- не допускати за своє робоче місце сторонніх осіб;
- не виконувати вказівок, які суперечать правилам охорони праці та пожежної безпеки;
- знати правила надання домедичної допомоги;

- знати розташування та вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння;

- вміти працювати з ПК.

Основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть впливати на користувача:

- підвищений рівень статичної електрики;
- нерівномірність розподілу яскравості в полі зору;
- підвищена яскравість світлового зображення;
- ураження електричним струмом;
- напруга зору та уваги;
- тривалі статичні навантаження.

У приміщеннях із ПК має бути природне і штучне освітлення.

При розміщенні робочих місць необхідно унеможливити пряме засвічування екрана природним освітленням.

При природному освітленні слід передбачити наявність сонцезахисних засобів (плівка, жалюзі, штори тощо).

Світлові відблиски із клавіатури, екрана та інших частин ПК у напрямку очей користувача неприпустимі.

Основним обладнанням робочого місця є ПК або ноутбук, монітор, клавіатура, маніпулятор, робочий стіл, стілець (крісло).

При розміщенні елементів робочого місця слід враховувати:

- робочу позу користувача;
- простір для розміщення користувача;
- можливість огляду елементів робочого місця;
- можливість огляду простору поза межами робочого місця;
- можливість робити записи, розміщувати на робочому столі документацію та матеріали, які використовує користувач.

Розміщення елементів робочого місця не має заважати рухам та переміщенню для експлуатування ПК.

Монітор встановлюють так, щоб відстань від поверхні екрана до очей користувача була 600-700 мм залежно від розміру екрана.

Клавіатуру розміщують на робочому або окремому столі на відстані 100-300 мм від краю з боку користувача. Положення клавіатури та кут її нахилу залежить від побажання користувача (як правило, в межах 5-15°). Не допускати хитання клавіатури.

Конструкція робочого столу має бути такою, щоб оптимально розмістити на робочій поверхні обладнання, що використовують, з урахуванням кількості, розмірів, конструктивних особливостей і характеру його роботи.

Крісло має забезпечувати підтримування раціональної робочої пози під час виконання основних виробничих операцій та можливість зміни пози. Тип робочого крісла обирають залежно від характеру та тривалості роботи.

ПК встановлювати на рівній твердій поверхні (столі). Не дозволено встановлювати ПК та оргтехніку на хитких підставках чи на похилій поверхні.

ПК не встановлювати впритул до стіни, перегородки тощо. Не допускати загородження вентиляційних отворів ПК сторонніми предметами.

Розетка біля ПК має бути в доступному місці, щоб в аварійних випадках можна було своєчасно його відімкнути. Не рекомендовано використовувати подовжувачі.

Вимоги безпеки під час виконання роботи на ПК:

- стійко встановити клавіатуру на робочому столі, не допускаючи її хитання, водночас передбачити можливість її поворотів та переміщень;
- якщо в конструкції клавіатури не передбачено простору для упору долонь, клавіатуру розміщують на відстані не менше 100 мм від краю столу в оптимальній зоні моніторного поля;
- під час роботи на клавіатурі сидіти рівно, не напружуватися;
- щоб зменшити несприятливе навантаження на користувача при роботі з комп'ютерною мишею (вимушена поза, необхідність постійно контролювати

якість дій), забезпечити велику вільну поверхню столу для переміщення комп'ютерної миші та зручного упору ліктьового суглоба;

- періодично при вимкненому комп'ютері прибирати пил із поверхонь апаратури спеціальними серветками.

При роботі з ПК заборонено:

- самостійно розбирати та ремонтувати системний блок (корпус ноутбука), монітор, клавіатуру, комп'ютерну мишу тощо;

- встромляти сторонні предмети до вентиляційних отворів ПК, ноутбука або монітора;

- ставити на системний блок ПК та периферійні пристрої металеві предмети, ємкості з водою (вази, горщики для квітів, склянки), оскільки через потрапляння води у середину апарата може виникнути пожежа або ураження електрострумом.

Тривалість безперервної роботи за ПК не має перевищувати 2 год. Після цього необхідно зробити 15-хвилинну перерву.

Якщо виник зоровий дискомфорт або інші неприємні відчуття, необхідно зробити коротку перерву.

Для зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, поліпшення мозкового кровообігу, подолання несприятливих наслідків гіподинамії, запобігання втомі доцільно під час декількох перерв виконувати комплекс вправ.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

- Зберегти інформацію;
- Вимкнути ПК, монітор чи ноутбук;
- Вимкнути стабілізатор, якщо комп'ютер під'єднаний до мережі через нього;
- Прибрати робоче місце.

Вимоги безпеки в аварійній ситуації. Аварійні та небезпечні ситуації під час виконання роботи на ПК можуть виникнути у разі: короткого замикання,

перевантаження блоку живлення системного блоку, перегрівання, пожежі, поломки крісла тощо.

У разі виникнення аварії або ситуації, що може привести до аварії, нещасного випадку, негайно від'єднати ПК від електромережі, повідомити інцидент керівникові.

Не допускати в небезпечну зону сторонніх осіб.

Якщо стався нещасний випадок, зберегти обстановку в робочій зоні та устаткування у такому стані, в якому вони були на момент події (якщо це не загрожує життю і здоров'ю інших працівників і не призведе до більш тяжких наслідків). Поінформувати про подію керівника робіт (іншу відповідальну особу підприємства) та в подальшому керуватися його вказівками. Вжити заходів, щоб запобігти подібним випадкам у подальшому.

У разі виникнення пожежі (ознак горіння), повідомити керівнику та, за потреби, викликати оперативно-рятувальну службу за телефоном 101 або 112 (назвати адресу та місце виникнення пожежі, наявність людей, повідомити своє прізвище) та вжити можливих заходів для евакуювання людей, гасіння (локалізації) пожежі наявними засобами пожежогасіння. Пам'ятати, що гасіння електротехнічних пристроїв, які перебувають під напругою, виконувати лише після їх попереднього від'єднання від електромережі. Гасити за допомогою вуглекислотних або порошкових вогнегасників, а в окремих випадках — сухим піском.

За потреби надати потерпілому домедичну допомогу згідно з інструкцією, що діє на підприємстві. У разі подальшого погіршення самопочуття потерпілого, не припиняючи надання домедичної допомоги, викликати за телефоном 103 швидку медичну допомогу.

Виконувати вказівки керівника робіт для ліквідування небезпеки.

Висновки до розділу 5

У п'ятому розділі дипломної роботи був проведений аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що діють у робочій зоні користувачів персональних комп'ютерів, були наведені конструктивно-технологічні заходи зниження їх впливу на організм людини, висвітлені правила пожежної та вибухонебезпеки, а також, правила техніки безпеки при роботі на персональному комп'ютері.

ВИСНОВКИ

1. Отримано усереднені дані нічного освітлення території України для кожного з 2013-2020 років, що базуються на систематичних космічних знімках супутника Suomi NPP.
2. Виконано перетворення полігонів населених пунктів окупованих територій у полігони Вороного, для позбавлення від втрат даних при їх просторовому з'єднанні.
3. Виконано просторове з'єднання даних нічного освітлення Землі та відповідних їм полігонів населених пунктів.
4. Вперше створено електронну таблицю даних нічного освітлення окупованих територій з інформацією про кількість випромінювання конкретних населених пунктів з 2013 по 2020 роки.
5. Проведено аналіз статистичних даних нічного освітлення Автономної Республіки Крим, Донецької та Луганської областей.
6. Виявлено, що на території Автономної Республіки Крим з моменту окупації можна спостерігати стабільність випромінювання з 2014 по 2016 роки, а також різке збільшення кількості нічного випромінювання територій з 2017 по 2020 рік. Зміни підтверджені графічним та статистичним матеріалом.
7. Виявлено, що на території Донецької та Луганської областей зафіксовано різке зниження кількості нічного випромінювання у 2015 році, плавне збільшення випромінювання з 2016 по 2018 рік, та його зниження з 2019 по 2020р. Зміни підтверджені графічним та статистичним матеріалом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ГОСТ 12.1.005-88 «Загальні Санітарно-гігієнічні Вимоги до Повітря робочої зони», від 01.01.1989 р.
2. ГОСТ 12.1.045-84 «Допустимі рівні напруженості електростатичних полів», від 17.09.1984 р.
3. ГОСТ 12.0.003-74 «Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація.» від 18.11.1974 р.
4. ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення», від 03.10.2018 р.
5. ДСанПІН 3.3.2.007-98 «Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.», від 10.12.1998 р.
6. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», від 01.12.1999 р.
7. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку», від 01.12.1999 р.
8. Закон України «Про забезпечення прав і свобод громадян та правовий режим на тимчасово окупованій території України» зі змінами від 01.07.2021р.
9. «КОНВЕНЦІЯ про закони і звичаї війни на суходолі та додаток до неї: Положення про закони і звичаї війни на суходолі» від 24.08.1991р.
10. Aurenhammer, F. and Edelsbrunner, H., 1984. An optimal algorithm for constructing the weighted Voronoi diagram in the plane. *Pattern recognition*, 17(2), pp.251-257.
11. Tsinganos, K., Gerasopoulos, E., Keramitsoglou, I. and Pirrone, N., 2017. ERA-PLANET, a European Network for Observing Our Changing Planet. *Sustainability*, 9(6), p.1040.
12. Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Iyushchenko, S., Thau, D. and Moore, R., 2017. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote sensing of Environment*, 202, pp.18-27.

13. Gorelick, N. Google Earth Engine Presentation. URL: https://projects.listic.univ-smb.fr/seminaires/EarthEngine_LISTIC.21062016.pdf
14. Guido van Rossum and the Python development team. Python Tutorial Release 3.8.1. 2019. URL: <https://www.python.org/downloads/release/python-381/>
15. Cao, C., Xiong, J., Blonski, S., Liu, Q., Uprety, S., Shao, X., Bai, Y. and Weng, F., 2013. Suomi NPP VIIRS sensor data record verification, validation, and long-term performance monitoring. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(20), pp.11-664.
16. Liu, J., Deng, Y., Wang, Y., Huang, H., Du, Q. and Ren, F., 2020. Urban nighttime leisure space mapping with nighttime light images and POI data. *Remote Sensing*, 12(3), p.541.
17. Bhattacharya, P. and Gavrilova, M.L., 2007, July. Voronoi diagram in optimal path planning. In 4th International Symposium on Voronoi Diagrams in Science and Engineering (ISVD 2007) (pp. 38-47). IEEE.
18. Gibson, J., Olivia, S., Voe-Gibson, G. and Li, C., 2021. Which night lights data should we use in economics, and where?. *Journal of Development Economics*, 149, p.102602.
19. Меньшиков, В.А., 2009. МАКСМ-глобальная система прогнозирования природных и техногенных катастроф. *Инициативы XXI века*, (2), pp.4-9.
20. Максимова, А.А., 2009. Мониторинг и прогноз стихийных и техногенных явлений: перспективы создания международной аэрокосмической системы. *Авиапанорама*, (2), p.11.
21. Антышко, А.И., 1992. Основы дистанционного теплового мониторинга геологической среды городских агломераций. М.: Недра.
22. Міністерство закордонних справ України. Тимчасова окупація АР Крим та м. Севастополь. 09 червня 2021 URL: <https://mfa.gov.ua/timchasova-okupaciya-ar-krim-ta-m-sevastopol>
23. Міністерство закордонних справ України. Тимчасова окупація територій у Донецькій та Луганській областях. 09 червня 2021 URL: <https://mfa.gov.ua/timchasova-okupaciya-teritorij-u-doneckij-ta-luganskij-oblastyah>

24. Хронологія війни на сході України 2014-2021р. URL:
https://www.wikiwand.com/uk/Хронологія_війни_на_сході_України

Код програми для обробки зображень нічного освітлення Землі за 2013 рік, на базі хмарної платформи GoogleEarthEngine

```

SHP_13 *
1  var dataset = ee.ImageCollection('NOAA/VIIRS/DNB/MONTHLY_V1/VCMSFG')
2  .filter(ee.Filter.date('2013-01-01', '2013-12-30'));
3
4  var nighttime = dataset.select('avg_rad').mean();
5
6  var nighttimeVis = {min: 0.0, max: 50.0, opacity: 0.6};
7  Map.setCenter(30.5, 50.5, 9);
8  Map.addLayer(nighttime, nighttimeVis, 'Nighttime brightness');
9
10 var zone1 = nighttime.gt(2.5);
11 var zones = zone1.add(nighttime.gt(10)).add(nighttime.gt(100));
12 zones = zones.updateMask(zones.neq(0));
13
14 var ukraine = ee.FeatureCollection("USDOS/LSIB_SIMPLE/2017")
15 .filter(ee.Filter.eq('country_na', 'Ukraine'));
16
17 var vectors = zone1.addBands(nighttime).reduceToVectors({
18   geometry: ukraine,
19   crs: nighttime.projection(),
20   scale: 50,
21   geometryType: 'polygon',
22   eightConnected: false,
23   labelProperty: 'zone',
24   reducer: ee.Reducer.mean(),
25   maxPixels: 1e9
26 });
27
28 var addArea = function(feature) {
29   var area = feature.geometry().area(10);
30   var mean = ee.Number(feature.get('mean'));
31   return feature.set('area', area)
32     .set('power', mean.multiply(area).multiply(1e4 * 1e-9 * 2 * Math.PI));
33 };
34 var vectors = vectors.map(addArea);
35
36 print(vectors);
37
38 Map.addLayer(zones, {min: 1, max: 3, palette: ['0000FF', '00FF00', 'FF0000']},
39 'Class raster');
40
41 var display = ee.Image(0).updateMask(0).paint(vectors, '000000', 3);
42 Map.addLayer(display, {palette: '000000'}, 'Class vectors');
43
44 Export.table.toDrive({
45   collection: vectors,
46   description: 'Ukraine_DNB_2013',
47   fileFormat: 'SHP'
48 });
49

```

Код програми для створення електронної таблиці даних нічного освітлення Землі на базі IDE Spyder

```

1 import pandas as pd
2 import geopandas
3
4 pd.set_option('display.max_columns', None)
5
6 df1 = geopandas.read_file('D:\Spyder\GIS\EarthEngine_labs\Voronogo\Voronogo ARK fix.shp')
7 df2 = geopandas.read_file('D:\Spyder\GIS\EarthEngine_labs\Voronogo\Voronogo Lugansk fix.shp')
8 df3 = geopandas.read_file('D:\Spyder\GIS\EarthEngine_labs\Voronogo\Voronogo Doneck.shp')
9
10 cities_df = df1.append([df2, df3], ignore_index=True)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'geometry', 'ADM4_PCODE']]
11
12 dnb_2013 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2013.shp')
13 dnb_2014 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2014.shp')
14 dnb_2015 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2015.shp')
15 dnb_2016 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2016.shp')
16 dnb_2017 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2017.shp')
17 dnb_2018 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2018.shp')
18 dnb_2019 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2019.shp')
19 dnb_2020 = geopandas.read_file('Ukraine_DNB_2020.shp')
20
21 dnb_2013.crs = "EPSG:4326"
22 dnb_2014.crs = "EPSG:4326"
23 dnb_2015.crs = "EPSG:4326"
24 dnb_2016.crs = "EPSG:4326"
25 dnb_2017.crs = "EPSG:4326"
26 dnb_2018.crs = "EPSG:4326"
27 dnb_2019.crs = "EPSG:4326"
28 dnb_2020.crs = "EPSG:4326"
29
30 dnb_2013_filt = dnb_2013[dnb_2013['zone']==1]
31 dnb_2014_filt = dnb_2014[dnb_2014['zone']==1]
32 dnb_2015_filt = dnb_2015[dnb_2015['zone']==1]
33 dnb_2016_filt = dnb_2016[dnb_2016['zone']==1]
34 dnb_2017_filt = dnb_2017[dnb_2017['zone']==1]
35 dnb_2018_filt = dnb_2018[dnb_2018['zone']==1]
36 dnb_2019_filt = dnb_2019[dnb_2019['zone']==1]
37 dnb_2020_filt = dnb_2020[dnb_2020['zone']==1]
38
39 cities_df = cities_df.loc[cities_df['ADM1_UA']\
40     .isin(['Донецька', 'Луганська', 'Автономна Республіка Крим', 'Севастопольська'])]\
41     .sort_values(by=["ADM1_UA"], ignore_index=True)
42
43 dnb_2013_filt['power_per_area'] = dnb_2013_filt['power'].values / dnb_2013_filt['geometry'].area.values
44 zones_df_2013 = geopandas.overlay(dnb_2013_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
45 zones_df_2013['power'] = zones_df_2013['power_per_area'].values * zones_df_2013['geometry'].area.values
46 zones_df_2013 = zones_df_2013.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
47     .rename(columns={'power': 'NTL 2013, 8r'}).reset_index()
48
49 dnb_2014_filt['power_per_area'] = dnb_2014_filt['power'].values / dnb_2014_filt['geometry'].area.values
50 zones_df_2014 = geopandas.overlay(dnb_2014_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
51 zones_df_2014['power'] = zones_df_2014['power_per_area'].values * zones_df_2014['geometry'].area.values
52 zones_df_2014 = zones_df_2014.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
53     .rename(columns={'power': 'NTL 2014, 8r'}).reset_index()
54
55 dnb_2015_filt['power_per_area'] = dnb_2015_filt['power'].values / dnb_2015_filt['geometry'].area.values
56 zones_df_2015 = geopandas.overlay(dnb_2015_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
57 zones_df_2015['power'] = zones_df_2015['power_per_area'].values * zones_df_2015['geometry'].area.values
58 zones_df_2015 = zones_df_2015.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
59     .rename(columns={'power': 'NTL 2015, 8r'}).reset_index()
60
61 dnb_2016_filt['power_per_area'] = dnb_2016_filt['power'].values / dnb_2016_filt['geometry'].area.values
62 zones_df_2016 = geopandas.overlay(dnb_2016_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
63 zones_df_2016['power'] = zones_df_2016['power_per_area'].values * zones_df_2016['geometry'].area.values
64 zones_df_2016 = zones_df_2016.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
65     .rename(columns={'power': 'NTL 2016, 8r'}).reset_index()
66
67 dnb_2017_filt['power_per_area'] = dnb_2017_filt['power'].values / dnb_2017_filt['geometry'].area.values
68 zones_df_2017 = geopandas.overlay(dnb_2017_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
69 zones_df_2017['power'] = zones_df_2017['power_per_area'].values * zones_df_2017['geometry'].area.values
70 zones_df_2017 = zones_df_2017.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
71     .rename(columns={'power': 'NTL 2017, 8r'}).reset_index()

```



```

72
73 dnb_2018_filt['power_per_area'] = dnb_2018_filt['power'].values / dnb_2018_filt['geometry'].area.values
74 zones_df_2018 = geopandas.overlay(dnb_2018_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
75 zones_df_2018['power'] = zones_df_2018['power_per_area'].values * zones_df_2018['geometry'].area.values
76 zones_df_2018 = zones_df_2018.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
77     .rename(columns={'power': 'NTL 2018, Вт'}).reset_index()
78
79 dnb_2019_filt['power_per_area'] = dnb_2019_filt['power'].values / dnb_2019_filt['geometry'].area.values
80 zones_df_2019 = geopandas.overlay(dnb_2019_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
81 zones_df_2019['power'] = zones_df_2019['power_per_area'].values * zones_df_2019['geometry'].area.values
82 zones_df_2019 = zones_df_2019.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
83     .rename(columns={'power': 'NTL 2019, Вт'}).reset_index()
84
85 dnb_2020_filt['power_per_area'] = dnb_2020_filt['power'].values / dnb_2020_filt['geometry'].area.values
86 zones_df_2020 = geopandas.overlay(dnb_2020_filt, cities_df)[['ADM1_UA', 'ADM4_UA', 'ADM4_PCODE', 'power_per_area', 'geometry']]
87 zones_df_2020['power'] = zones_df_2020['power_per_area'].values * zones_df_2020['geometry'].area.values
88 zones_df_2020 = zones_df_2020.groupby(['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE']).sum().drop(columns='power_per_area')\
89     .rename(columns={'power': 'NTL 2020, Вт'}).reset_index()
90
91 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2013, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
92 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2014, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
93 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2015, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
94 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2016, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
95 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2017, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
96 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2018, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
97 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2019, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
98 cities_df = cities_df.merge(zones_df_2020, on=['ADM4_UA', 'ADM4_PCODE'])
99
100 cities_df = cities_df.drop(columns=['geometry', 'ADM4_PCODE']).rename\
101     (columns={'ADM1_UA': 'Область', 'ADM4_UA': 'Населений пункт'})
102 cities_df = cities_df.drop_duplicates(ignore_index=True)
103
104 cities_df.to_excel('NTL 13-20.xlsx')

```