

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

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Тамара ДУДАР
« _____ » _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 101 «ЕКОЛОГІЯ»,
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА»

**Тема: «Дистанційна оцінка температури земної поверхні та
концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни
клімату (на прикладі Кіровоградської області)»**

Виконавець: здобувач групи ЕК-201м Тимчишин Максим Анатолійович
(студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: доктор технічних наук, професор Дудар Тамара Вікторівна
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»: _____
(підпис)

Катерина КАЖАН
(П.І.Б.)

Нормоконтролер: _____
(підпис)

Андріан ЯВНЮК
(П.І.Б.)

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра екології

Спеціальність, освітньо-професійна програма: спеціальність 101 «Екологія»,
ОПП «Екологія та охорона навколишнього середовища»

(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Тамара ДУДАР

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи

Тимчишина Максима Анатолійовича

1. Тема роботи «Дистанційна оцінка температури земної поверхні та концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни клімату (на прикладі Кіровоградської області)»

затверджена наказом ректора від «10» липня 2023 р. №1096/ст

2. Термін виконання роботи: з 02.10.2023 р. по 26.12.2023 р.

3. Вихідні дані роботи: знімки MODIS та Sentinel-5P у онлайн застосунку Google Earth Engine. Літературні джерела аналітична обробка.

4. Зміст пояснювальної записки: фізико-географічна характеристика Кіровоградської області. Застосування даних дистанційного зондування для оцінки температури земної поверхні та концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни клімату.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиці, рисунки, діаграми.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Отримання завдання	02.10.2023	
2	Підготовка до виконання кваліфікаційної роботи	02.10.2023 – 10.10.2023	
3	Підготовка Розділу 1	11.10.2023 – 05.11.2023	
4	Підготовка Розділу 2	06.11.2023 – 12.12.2023	
5	Підготовка Розділу 3 (Охорона праці)	06.11.2023 – 05.12.2023	
6	Оформлення диплому	13.12.2023 – 14.12.2023	

7. Консультація з окремого(мих) розділу(ів):

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Консультант (к.т.н., доцент кафедри цивільної та промислової безпеки ФЕБІТ НАУ, Катерина КАЖАН)	06.11.2023	06.11.2023

8. Дата видачі завдання: «02» жовтня 2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи (проекту):

(підпис керівника)

Тамара ДУДАР

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання:

(підпис випускника)

Максим ТИМЧИШИН

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Дистанційна оцінка температури земної поверхні та концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни клімату (на прикладі Кіровоградської області)»: 105 с., 36 рис., 8 табл. , 72 літературне джерело.

Об'єкт дослідження: вплив зміни клімату на якість довкілля у Кіровоградській області.

Мета роботи: оцінити температурний режим земної поверхні та вміст забруднювачів приземної атмосфери в контексті зміни клімату на прикладі Кіровоградської області.

Методи дослідження: аналітичний, теоретичний, узагальнюючий аналіз літературних джерел; пошук, обробка та аналіз супутникових знімків, картування та дешифрування знімків в програмі ArcGis, обробка даних в програмі Excel.

ЗМІНА КЛІМАТУ, ТЕМПЕРАТУРА ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ, ДІОКСИД АЗОТУ, МЕТАН, МОНООКСИД ВУГЛЕЦЮ, GOOGLE EARTH ENGINE, ARCGIS

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	12
1.1. Загальні Відомості.....	12
1.2. Загальна характеристика Кіровоградської області.....	13
1.2.1. Урано-видобувні шахти Кіровоградської області.....	15
1.2.2. Клімат Кіровоградської області.....	17
1.3. Поверхнева температура земної поверхні.....	18
1.4. Парникові гази.....	23
1.4.1. Діоксид азоту (NO ₂).....	25
1.4.2. Метан.....	27
1.4.3. Монооксид вуглецю.....	30
1.5. Висновки до розділу.....	32
РОЗДІЛ 2 ДИСТАНЦІЙНА ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУРИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ТА КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ.....	34
2.1. Дистанційна оцінка температури земної поверхні в контексті зміни клімату....	34
2.1.1. Методика дистанційного оцінювання температури земної поверхні за період 2002-2022 років.....	34
2.1.2. Карта температури земної поверхні землі в період з 2002 по 2022 роки.....	35
2.1.3. Методика дистанційного оцінювання температури земної поверхні для знімків 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років.....	36
2.1.4. Карта температур земної поверхні землі для знімків 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років.....	37

2.1.5. Методика дистанційного оцінювання температури земної поверхні для різниці динаміки середніх температур для знімків різниці: 2022 року та 2002 року, 2022 року та 2007 року, 2022 року та 2012 року, 2022 року та 2017 року.....	42
2.1.6. Карта температур земної поверхні землі для знімків різниці динаміки середніх температур: 2022 року та 2002 року, 2022 року та 2007 року, 2022 року та 2012 року, 2022 року та 2017 року.....	43
2.1.7. Динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років.....	47
2.2. Дистанційна оцінка концентрації забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни клімату.....	53
2.2.1. Методика визначення концентрації діоксид азоту в атмосфері.....	53
2.2.2. Визначення концентрації діоксид азоту в атмосфері.....	54
2.2.3. Методика визначення концентрації метану в атмосфері.....	62
2.2.4. Визначення концентрації метану в атмосфері.....	62
2.2.5. Методика визначення концентрації монооксид вуглецю в атмосфері.....	71
2.2.6. Визначення концентрацій монооксид вуглецю в атмосфері.....	71
2.3. Висновки до розділу.....	80
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	84
3.1. Теоретичні відомості.....	84
3.2. Аналіз шкідливих та небезпечних чинників працівника.....	84
3.2.1. Державні медико-санітарні нормативи (санітарні нормативи).....	85
3.2.2. Проблематика освітлення.....	86
3.3. Проблеми мікроклімату, як найбільш несприятливий чинник.....	86
3.4. Порівняння значень параметрів мікроклімату з Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.....	88
3.5. Пожежна безпека.....	89
3.6. Висновки до розділу.....	90
ВИСНОВКИ.....	92
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ....	96

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ДП «СхідГЗК» - Державне підприємство «Східний гірничо-збагачувальний комбінат»;

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change;

LST - поверхнева температура земної поверхні;

MODIS - спектрорадіометр із зображенням середньої роздільної здатності;

TIRS - тепловий інфрачервоний датчик;

LDCM - Landsat Data Continuity Mission;

TM - тематичний картограф;

MSS - система мультиспектрального сканування;

OLI - оперативний датчик землі;

TIR - теплові інфрачервоні дані;

MNDWI - Диференційний Індекс Вологості;

NDVI - Normalized Difference Vegetation Index.

ВСТУП

Актуальність теми. У сьогоднішні проблеми зміни клімату мають дуже серйозне значення. Вони є одними із тригерів негативних змін на нашій планеті. Зміна клімату має дуже негативне значення на системи землі, серед них вплив на кругообіг води, на біосферу, на трофічні ланцюги, тобто мають прямий та опосередкований вплив на довкілля та на живі організми, серед них рослини, тварини та люди.

Проблематика та дослідження, які проводилися в даній роботі є актуальними, вони показують динаміку середніх температур поверхні землі та динаміку середніх концентрацій забруднюючих речовин, таких як: метан, монооксид вуглецю та діоксид азоту. Моніторинг цих чинників є дуже важливими, щоб в майбутньому визначити проблему та дослідити її. Але це дослідження має на меті моніторинг температури земної поверхні землі та концентрацій забруднюючих речовин.

Проблематику зміни клімату в контексті температури земної поверхні та концентрацій забруднюючих речовин, таких як: метан, монооксид вуглецю та діоксид азоту досліджували велика кількість вчених. Серед них: Adedeji, O., Raj, B., Hulley, G., Orimoloye, I. R., Ibrahim, M., Solanky, V., Sun, Q., Kweku, D. W., Sarpong, S., Yelistratova L. A., Apostolov A. A.

Мета і завдання виконання кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – оцінити температурний режим земної поверхні та вміст забруднювачів приземної атмосфери в контексті зміни клімату на прикладі Кіровоградської області

Завдання роботи:

1. Оглянути еколого- географічні характеристики Кіровоградської області з метою визначення доцільності вибору цього регіону в контексті зміни клімату;
2. Проаналізувати і обґрунтувати вибір дистанційних методик для досягнення мети дипломної роботи;
3. Визначити динаміку середніх температур земної поверхні

Кіровоградської області за період з 2002 по 2022;

4. За допомогою космічних знімків Sentinel 5P визначити і обчислити середню концентрацію в приземній атмосфері: метану, монооксиду вуглецю та діоксиду азоту.

Об'єкт дослідження – вплив зміни клімату на якість довкілля у Кіровоградській області.

Предмет дослідження – оцінка температурного режиму та забруднення повітря у Кіровоградській області, зміненого кліматичними чинниками.

Методи дослідження – аналітичний, теоретичний, узагальнюючий аналіз літературних джерел; пошук, обробка та аналіз супутникових знімків, картування та дешифрування знімків в програмі ArcGis, обробка даних в програмі Excel.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше на регіональному рівні, визначено динаміку середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за період з 2002 по 2022 та обчислено середню концентрацію в приземній атмосфері метану, монооксиду вуглецю та діоксид азоту за допомогою космічних знімків Sentinel 5P.

Практичне значення отриманих результатів. Оцінка температурного режиму та забруднення приповерхневого повітря може використовуватися науковими та державними організаціями для вирішення питань зміни клімату у Кіровоградській області, а також можуть бути використаними в навчальному процесі майбутніх екологів.

Особистий внесок випускника: за допомогою онлайн застосунку Google Earth Engine мною самостійно було побудовано карти середніх температур земної поверхні та середніх концентрацій забруднюючих речовин. За цими даними були побудовані графіки за допомогою застосунку Excel та проведені математичні операції.

Апробація отриманих результатів. Результати кваліфікаційної роботи доповідалися на:

1) Міжнародній науковій конференції “Natural sciences: history, the present time, the future, EU experience” (2023);

2) Міжнародній науковій конференції SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings. (2023) (Scopus)

3) Міжнародній науковій конференції: XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment” (2023) (Scopus).

4) All-Ukrainian student English-speaking conference “Ecology is a priority”. (2023).

5) XVII Pan-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students “Environmental Safety of the State”. (2023).

Публікації: Результати кваліфікаційної роботи публікувалися в:

Статей в іноземних виданнях

1) Yelistratova, L., Apostolov, A., Khodorovskyi, A., & Tymchyshyn, M. (2023). Monitoring Nitrogen Dioxide (NO₂) in Environment of Ukraine based on Satellite Data. *Geomatics and Environmental Engineering*, 2023. №17(6). P. 95–110. <https://doi.org/10.7494/geom.2023.17.6.95>, URL:

<https://www.gae.edu.pl/gae/article/view/571> (Scopus, Q3)

Тез доповідей на міжнародних (за кордоном) конференціях

2) Apostolov, A., Yelistratova, L., Hodorovsky, A., Orlenko, T., Tymchyshyn, M. Geoeological consequences of the closure of coal mines of Donbas (based on radiolocation satellite surveying materials). *SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings*. 2023. <https://doi.org/10.5593/sgem2023/2.1/s10.37>. URL:

https://epslibrary.at/sgem_jresearch_publication_view.php?page=view&editid1=9117

7 (Scopus)

3) Yelistratova L.A., Apostolov A.A., Tymchyshyn M.A. Possibilities of remote sensing for monitoring the spread of pollutants (for example, nitrogen dioxide (NO₂)) in cities of Ukraine. *International scientific conference “Natural sciences: history, the present time, the future, EU experience”*. 2023. P. 39-42, <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-344-6-9>, URL:

<http://www.baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/view/361/9841/20493-1>

Тез доповідей на конференціях в Україні.

- 4) Tymchyshyn M.A., Yelistratova L.A., Apostolov A.A., Khodorovskyi A.Ya., Zakharchuk I.V. Satellite monitoring of methane content in the atmosphere on the territory of Ukraine. *XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”*. 2023. P. 1-5. URL: <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2023/11/Mon23-033.pdf> (Scopus).
- 5) Tymchyshyn M. A., Dudar T. V. Monitoring of long-term dynamics of earth`s surface temperature using remote sensing methods: the Kirovohrad oblast case study. All-Ukrainian student English-speaking conference “Ecology is a priority”. 2023. P. 106-109. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2023/04/ecology-is-a-a-priority-zbirka-2023-final.pdf>
- 6) Tymchyshyn M. A., Dudar T.V. The relationship between the normalized difference vegetation index and the land`s surface temperature. XVII Pan-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students “Environmental Safety of the State”. 2023. P. 54-55. URL: https://febit.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/05/zbirnyk_ebd-2023.pdf

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КІРОВОГРАДСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Загальні Відомості

На даний час в різних країнах світу через зміну клімату виникає велика кількість екологічних проблем, які в свою чергу викликають різні негативні наслідки для навколишнього середовища, так і для суспільства. Для того щоб зрозуміти суть самої проблеми, потрібно провести дослідження і дізнатися, що саме є зміна клімату, її визначення та наслідки які вона викликає для навколишнього середовища та для здоров'я населення.

Згідно джерел інформації: Зміна клімату є одним із головних викликів у сьогоденні. Зміна клімату створює велике навантаження на населення та навколишнє середовище. Одні з наслідків це є зміна погодних умов, яка загрожує підприємствам, які виробляють продукції харчування. Також зміна клімату впливає на підвищення рівня моря, що супроводжує великий спектр наслідків, а саме: ризик виникнення катастрофічних повеней. Вплив зміни клімату є глобальним та за масштабом – безпрецедентним. [1]

Згідно доповіді Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) за 2022 рік було встановлено, що зміна стану клімату, яку можна визначити за змінами мінливості його властивостей стану клімату та за змінами середнього значення стану клімату і які зберігаються протягом десятиліть або довше. Зміна клімату може бути спричинена антропогенними чинниками або природними внутрішніми або зовнішніми процесами, такими як виверження вулканів, як модуляції сонячних циклів. (IPCC, 2022, Tymchyshyn M.A., 2023). [2-3]

Зміна клімату може супроводити глобальне потепління та впливає на підвищення середньої глобальної температури, що в свою чергу впливає на збільшення поверхневої температури земної поверхні (LST). Основними причинами

підвищення середньої глобальної температури є антропогенна діяльність та природні явища. Зростаюча велика кількість важкої промисловості, збільшення викидів від підприємств по всьому світі, зростаюча кількість вихлопних газів від колісного транспорту, електростанції, теплоелектростанції можуть спричинити не тільки геоекологічні такі як зміна клімату, в свою чергу зі зростанням “букету” різних забруднюючих речовин, таких, як Двоокис азоту, метан, двоокис сірки, і т.д. Внаслідок використання викопного палива для добутку енергії, що супроводжується великими викидами вуглекислого газу можуть спричинити зміни клімату. Внаслідок чого зросте глобальна температура. За оцінками експертів, температура, зросте на 2-6°C протягом 2100 року. Тобто ці значення є вищі ніж за прогнозами IPCC, де саме поточна середня температура дорівнює 1,7°C. Всі ці змінення є глобальними та сильно вплинуть, або вже вплинули на людську цивілізацію. Таким чином вище сказане призводить до зміни клімату, що може вплинути не лише на метеорологічні процеси та матиме сильний вплив на навколишнє середовище (Raj, B., 2012). [4]

1.2. Загальна характеристика Кіровоградської області

Кіровоградська область розташована в правобережній частині України на теренах південної частини Придніпровської височини. Кіровоградська область розташована у міжріччі Дніпра та Південного Бугу. [5] Майже вся територія області знаходиться на Правому березі Дніпра, за виключенням селища міського типу Власівка. На півночі Кіровоградська область межує з Черкаською областю. На північному сході з Полтавською областю. На сході та на південному сході з Дніпропетровською областю. На півдні Кіровоградська область межує з Одеською та Миколаївською областями. Та на заході Кіровоградська область межує з Вінницькою областю.

Площа Кіровоградської області становить 24,6 тис. км² . Це в свою чергу являється територія 4,1 % від території України. Протяжність Кіровоградської області з півночі на південь приблизно дорівнює 148 км. В свою чергу протяжність Кіровоградської області із заходу на схід становить приблизно 335 км. [6]



Рис. 1.1. Кіровоградська область [7]

Кіровоградська область є частиною українського щита та Кіровоградського мегаблоку. З заходу мегаблок обмежує Первомайсько-Трактемирівський розлом. Він є одночасно і західною границею поширення інгуло-інгулецького комплексу. Криворізький, або Криворізько-Кременчуцький розлом є східним обмеженням Кіровоградського мегаблоку. [8]

Згідно Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2020 році, від Департаменту екології, природних ресурсів та паливно енергетичного комплексу Кіровоградської Обласної Державної Адміністрації, включено, що на території області діє державне підприємство «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (ДП «СхідГЗК»). В Кіровоградській області діють підрозділи ДП «СхідГЗК» у сфері урано-видобувної промисловості. На території Кіровоградської області діють урано-видобувні шахти такі, як: Смолінська, Інгульська та Новоконстянінівська шахта. [9]

1.2.1. Урано-видобувні шахти Кіровоградської області

Смолінська шахта



Рис. 1.2. Смолінська шахта [10]

Смолінська шахта - розташована в селищі міського типу Смоліне Кіровоградської області. Вона заснована в квітні 1972 року. Шахта відпрацьовує Ватутінське родовище урану. На глибинах від 70 до 640 метрів відпрацьовуються рудні поклади. Виробнича потужність Смолінської шахти сягає 450 тис. тонн руди на рік. На шахті впроваджено в експлуатацію полігон купного вилуговування з 2011 року. Було проведено масштабні роботи з екологічної реабілітації території промислового майданчика Смолінської шахти. Ці роботи були проведені шляхом радіометричної сепарації відвалів гірських порід. Відвали гірських порід були утворені під час відпрацювання Ватутінського родовища. З денної поверхні за 6 років, було прибрано більше 5 мільйонів тонн гірських відвалів. За ці 6 років було додатково видобуто понад 400 тонн металу. Другу чергу полігону купного вилуговування було введено в експлуатацію в 2018 році. [11]

Інгульська шахта



Рис. 1.3. Інгульська шахта [12]

Інгульська шахта – це уранова шахта, яка розташована в селищі Неопалимівка, Кіровоградської області. Шахта була заснована в лютому 1967 року. Шахта відпрацьовує Центральне та Мічурінське родовище урану. Рудні поклади відпрацьовуються на глибинах від 160 до 420 метрів. Виробнича потужність Інгульської шахти складає близько 470 тисяч тонн руди на рік. На Інгульській шахті крім традиційної гірничої технології видобутку урану, використовується також метод підземного блокового вилуговування. [13]

Новоконстянінівська шахта



Рис. 1.4. Новоконстянінівська шахта [14]

Новоконстянинівська шахта розташована в селі Олексіївка Маловисківського району Кіровоградської області. Новокостянтинівське родовище урану було відкрито в 1975 році. Запаси шахти складають понад 93000 тонн урану. За запасами урану Новокостянтинівське родовище є найаотужнішим в Європі. Розвідувальні роботи розпочалися відразу після відкриття і закінчилися лише в кінці 1995 році. Рудні поклади Новоконстянинівської шахти відпрацьовуються на глибинах від 180 до 300 метрів. Проектна потужність шахти становить 1500 тисяч тонн руди на рік. [15]

1.2.2. Клімат Кіровоградської області

Клімат Кіровоградської області характеризується добре вираженими порами року. Клімат області є помірно-континентальний, а також недостатньо вологим. Середньорічна кількість опадів в Кіровоградській області становить 499 - 582 мм. Щодо річної кількості опадів, то в Кіровоградській області річні опади становили 515,7 мм. Серед максимальних та мінімальних значень кількості опадів в Кіровоградській області склали, максимально у липні, вони становили 102,4 мм, а мінімальна кількість була в жовтні і вона складала 21,4 мм.

Через вологі повітряні маси з Атлантичного океану, зазнає впливу частина лісостепової зони Кіровоградської області. А саме степова зона, зі сходу – є під впливом континентальних повітряних мас. Під впливом західного перенесення повітряних мас помірних широт – перебуває вся територія Кіровоградської області.

Небезпечні явища погоди властиві клімату Кіровоградської області. Наприклад: ожеледиці, сильні зливи, град, пилові бурі тощо. Чорні бурі, суховії та пилові бурі – є нерідким явищем у степовій зоні Кіровоградської області. Вони завдають великих збитків, провокують загибеллю та зменшенню врожаю сільського господарства. [16]

1.3. Поверхнева температура земної поверхні

Одним із важливих показників зміни клімату є зміна температури поверхні землі. З настанням глобального потепління, збільшується температура поверхні землі, що негативно впливає на різні процеси на нашій планеті. Один із таких впливів, який є дуже болючим для нашої буденності, це вплив на живі організми. Зі збільшенням температури відбуваються не лише зміна метеорологічних, геологічних та екологічних компонентів, а також вплив на людську популяцію та видіву: тварин та рослин.

Для того, щоб дізнатися що таке температура земної поверхні, її вплив на клімат, рослинний, тваринний світ, та здоров'я людської популяції, потрібно зануритися в цю проблематику, яка на мою думку – є одна з найважливіших у сьогоденні. Актуальним і дешевим способом визначення температури земної поверхні є методи дистанційного зондування, з використанням різних застосунків для обробки космічних знімків.

Згідно джерел інформації, температура земної поверхні є критично важливою змінною. Важливу роль у визначенні балансу радіаційної енергії поверхні землі відіграє змінна, а саме температура земної поверхні. Температура земної поверхні керує вихідною довгохвильовою радіацією та турбулентними тепловими потоками на межі між землею та атмосферою. Тому температура поверхні землі регулярно використовується як ключовий вхідний сигнал для моделей поверхні суші для оцінки вологості ґрунту, моніторингу посухи та для оцінки випаровування. Однією з найважливіших змінних в різних часових масштабах є температура поверхні землі. Ця змінна контролює розподіл енергії на відчутні та приховані теплові потоки. Температура поверхні землі також є сильним індикатором тенденцій нагрівання земної поверхні внаслідок зміни клімату. Важливою змінною, яка використовується для отримання важливих кліматичних змінних є температура земної поверхні. Одні з важливих змінних – є тропосферна водяна пара та температура повітря. В широкому спектрі наукових досліджень була продемонстрована універсальність даних температури поверхні землі. Як приклад, у моніторингу впливу глобального

потепління на танення кріосфери та озера. Також універсальність полягає в кількісній оцінці ефекту міського острова тепла, динаміки теплових хвиль. Часові ряди даних температури земної поверхні регулярно використовуються у сільськогосподарському секторі. Наприклад, використовуються для створення індексів для картографування потреб сортів виноградної лози в теплі, щоб охарактеризувати потенційні регіони вирощування винограду – це на додаток до можливості прогнозування врожаю. Також використовується для моніторингу дозрівання сільськогосподарської продукції, а також моніторингу шкоди комах на полях. Вирішальне значення для прогнозування найбільш сприятливих територій до захворювань має температура поверхні землі. Ці захворювання передаються переносниками, як приклад прогноз від спалахів азіатських тигрових комарів у Європі. [17]

Використовуючи методи дистанційного зондування, автори визначили просторові характеристики температури поверхні землі та її потенційний вплив на здоров'я людей на досліджуваній території у період з 1986 до 2016 року у Східному Лондоні, Південна Африка. Серед результатів автори виявили, що фракційна рослинність дає більш обґрунтований негативний зв'язок із температурою поверхні землі для всіх наземних об'єктів на всіх рівнях, тоді як забудована площа та відкрита поверхня дають позитивний зв'язок із температурою поверхні землі у період з 1986 по 2016 рік. Характер температури поверхні землі коливається з роками, але найбільше значення дає область забудови, за якою слідує відкрита поверхня. Це відкриття передбачає, що площа повноти рослинності має більш прямий зв'язок з радіаційними, термічними властивостями та атрибутами поверхневої вологості, які контролюють чи впливають на температуру земної поверхні. З висновків відомо, що основним об'єктом використання земель на території, що досліджується, є рослинність. [18]

Для вивчення територій, які свідчать про діяльність та зміни у типах поверхневих матеріалів та землі, які розташовані в напівпосушливих та посушливих областях є корисною оцінка температури поверхні землі. Для охолодження будівлі у спекотних умовах використовується оцінка температури поверхні землі, з причини

того що висока температура зменшує енергетичну активність. Висока температура випаровує воду в напівпосушливих і посушливих регіонах. Висока температура збільшує активність ерозії ґрунту та зменшує ріст рослинності на територіях.

Зв'язок між просторовим розподілом температури поверхні землі і поверхневими матеріалами було виявлено. Також було виявлено зв'язок між просторовим розподілом температури поверхні землі та типами землекористування/ґрунтового покриву. Це все є гарним показником для оцінки навколишнього середовища та загального стану екосистеми. За допомогою великої кількості даних дистанційного зондування в багатьох областях оцінюється температура поверхні землі. В областях, таких як: гідрологія, океанографія, лісове господарство, міський острів тепла, рослинність та зміна клімату. В цих областях високі методи має дистанційне зондування, які оцінюють та контролюють зміни навколишнього природного середовища. Як один із широко використовуваних дистанційних датчиків, у цьому випадку використовується супутник Landsat. Супутник Landsat 8 слідує серії супутників Landsat, яка надає теплові дані. За метеорологічними даними досліджується температура земної поверхні. Досліджується за допомогою спектро радіометра із зображенням середньої роздільної здатності (MODIS). Спектро радіометр MODIS має один із найбільших діапазонів даних дистанційного зондування. Цей діапазон вважається одним із важливих метеорологічних даних із космосу. Де саме і використовувався спектро радіометра із зображенням середньої роздільної здатності (MODIS), для оцінки температури земної поверхні від TIRS супутника Landsat. [19]

Як було зазначено вище поверхнева температура землі використовується в різних областях, таких як зміна клімату, моніторингу рослинності, евапотранспірації, зміни клімату та дослідження навколишнього природного середовища.

У лютому 2013 року було запущено супутник Landsat-8 (також відомого як Landsat Data Continuity Mission, LDCM). Він забезпечує безперервність даних дистанційного зондування з високою просторовою роздільною здатністю. З високою просторовою роздільною здатністю, отриманих інструментами на борту попередніх супутників Landsat, таких як: тематичний картограф (TM), система

мультиспектрального сканування (MSS), та розширений тематичний картограф плюс (ETM+).

Двома датчиками оснащено супутник Landsat-8, тобто тепловим інфрачервоним датчиком (TIRS) та оперативним датчиком землі (OLI). Тепловий інфрачервоний датчик (TIRS) вимірює випромінювання TIR з просторовою роздільною здатністю 100 м використовуючи дві смуги, розташовані в атмосферному вікні між 10 і 12 мкм. Безпосередньо пов'язані з поверхневою температурою землі через рівняння радіаційного переносу супутникові теплові інфрачервоні дані (TIR). Оперативний датчик землі (OLI) збирає дані з просторовою роздільною здатністю 30 м із вісьмома смугами. Ці вісім смуг розташовані у видимих, короткохвильових інфрачервоних, ближніх інфрачервоних областях електромагнітного спектру. А також має додаткову панхроматичну смугу з просторовою роздільною здатністю 15 м.

Отримання поверхневої температури землі з даних дистанційного зондування TIR привернуло велику увагу, особливо з діапазонів Landsat-8 TIR. За випромінюванням, що випускається в спектральній області TIR важко виконати пряму оцінку поверхневої температури землі з такою точністю, оскільки випромінювання, виміряне радіометрами на борту супутників. Виміряне радіометрами на борту супутників випромінювання залежить, не лише від параметрів поверхні, таких як: коефіцієнт випромінювання та температура, але й від атмосферних впливів. Окрім скринінгу хмар та радіометричного калібрування, визначення поверхневої температури землі з космічних вимірювань TIR вимагає атмосферних поправок. Було проведено багато досліджень для оцінки поверхневої температури землі на основі супутникових даних TIR, для цього використовуючи різні методи та підходи.

Авторами були проведені дослідження для оцінки температури земної поверхні з використанням діапазонів Landsat-8 TIR та алгоритму SW, який використовує техніку порогу NDVI. [20]

Автори досліджували інтеграцію дистанційного зондування, ландшафтної екології, геоінформаційної системи та методів статистичного аналізу. Для вивчення

міського теплового середовища в Гуанчжоу, була застосована інтеграція, яка була наведена вище. В роботі були використані: Модифікований Нормалізований Диференційний Індекс Вологості (MNDWI), Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI), для аналізу зв'язків між температурою поверхні землі та землекористуванням та ґрунтовим покривом. Результати показали, що більшість міських забудованих земель розташовані в середній частині. А райони з високою поверхневою температурою землі, переважно в південній та середній частинах. Важливо визначити термічне та урбанізаційне середовища в південній та середній частинах. Поверхнева температура землі зі збільшенням безплідних земель та, зі збільшенням щільності міської забудови – зростала, але із зростанням рослинного покриву – знижувалася. Зв'язок між Модифікований Нормалізований Диференційний Індекс Вологості (MNDWI) та температурою земної поверхні виявився негативним. Це означає, що чиста вода знизить температуру поверхні. А саме забруднена вода підвищить температуру поверхні. Множинна регресія між температурою земної поверхні і кожним індексом, а також висотою була створена для підвищення міського теплового середовища, яка показала, Модифікований Нормалізований Диференційний Індекс Вологості (MNDWI), Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI), були ефективним індикаторами для кількісної оцінки впливу ґрунтового покриву на температуру земної поверхні. [21]

Індекс NDVI можна використовувати для дослідження цього зв'язку. Згідно з цього можна зрозуміти те, що цей природний механізм охолодження рослинності може бути використаний для покращення міського теплового середовища. Райони з високим індексом NDVI, як правило мають нижчі температури земної поверхні, однак на цю кореляцію можуть впливати випаровування поверхні або умови вологості ґрунту.

Мінливість індексу NDVI безпосередньо пов'язана зі зміною клімату, особливо зі зміною кількості опадів. Сприяють аналізу цього зв'язку дані дистанційного зондування. Також від технологічного прогресу в даних дистанційного зондування залежить точність зміни індексу NDVI. Реакція NDVI на опади залежить від типу рослинності. Як правило, від чагарників до прерій, луки

сильно реагують на зміни кількості опадів. Слабо реагують на зміни опадів лісова рослинність. Індкс NDVI як правило реагує сильніше при вищих температурах. Дослідниками для аналізу зв'язку між NDVI та зміною клімату в глобальному та локальному масштабах була застосована звичайна регресія найменших квадратів (OLS) і регресія географічного зважування (GW).

Автором зазначено, що зміна клімату в сьогоденні набула масштабного характеру. Велика кількість рослинності впливає на умови температури поверхні землі через процес евапотранспірації. За цих умов, дослідження зв'язку між індексом NDVI і температурою земної поверхні стає інформативним і значущим. Мінливість індексу NDVI безпосередньо пов'язана зі зміною клімату, особливо зі зміною кількості опадів. Сприяють аналізу цього зв'язку дані дистанційного зондування. [22]

У публікації автори навели результати моніторингу багаторічної динаміки температури земної поверхні в Кіровоградській області методами дистанційного зондування. [23]

1.4. Парникові гази

Провідним чинником збереження тепла на нашій планеті є парниковий ефект. Парниковий ефект утримує частину тепла планети. Це тепло інакше б вийшло з атмосфери у космос. Середня глобальна температура на нашій планеті, без парникового ефекту, була б набагато холоднішою, а також життя нашій планеті, яке ми знаємо, було б неможливим. Склад парникових газів різноманітний, серед них метан, карбон діоксид, карбон монооксид, водяна пара, діоксид азоту, діоксид сірки та інші гази. Всі ці парникові гази перетворюються, як ковдра. Парникові гази захоплюють інфрачервоне випромінювання, та не дають йому вийти у відкритий космос. Стабільне нагрівання атмосфери та поверхні нашої планети, таким чином, глобальне потепління є ефектом парникових газів. Певні парникові гази здатні бути прозорими для вхідного видимого світла від Сонця, але вони також можуть бути непрозорими для енергії, яка випромінюється від нашої планети. Нашу планету,

комфортним місце для життя робить наявність парникового ефекту.

Як екрануюча “ковдра” потрібної товщини діють частини земної атмосфери. Відповідну сонячну енергію отримує “ковдра” частина земної атмосфери, для того, щоб підтримувати глобальну середню температуру в її дозвільному діапазоні. Парникові гази, переважно, такі як метан, вуглекислий газ, закис азоту та водяна пара, вони є ефективними ізоляторами. [24]

Найбільшою проблемою нашого часу є зміна клімату. Існують тривожні переконання, що викиди парникових газів по всьому світу продовжать своє зростання. Можна розглядати на глобальному рівні усі країни, але особливої уваги потребують країни що розвиваються. Саме країни що розвиваються є дуже вразливими до несприятливих наслідків зміни клімату. Слід додати, що країни вже зазнають більших наслідків, серед них екстремальні погодні явища, сильні посухи, підкислення океанів, берегова ерозія, підвищення рівня моря, це все ще більше загрожує продовольчій безпеці та цілям сталого розвитку. Серед цілей сталого розвитку є викорінення бідності. Тому слід вважати та стає зрозумілим те, що адаптація до зміни клімату є терміновим, безпосереднім та глобальним пріоритетом.

Вимагає якомога ширшої співпраці з усіма країнами глобальний характер зміни клімату. Також у кооперації з усіма країнами вимагається їх участь у відповідній та ефективній міжнародній реакції, щодо зміни клімату з метою прискорення зменшення глобальних викидів парникових газів.

Слід пам'ятати, щодо Рамкової конвенції ООН про зміну клімату. Ця конвенція передбачає, що сторони повинні захищати кліматичну систему на благо нинішнього та майбутніх поколінь. І все це ґрунтується на основі відповідності до спільноти справедливості. Щодо відповідності спільноти, слід додати що повинна бути диференційована відповідальність, а також їхня відповідна можливість, щодо їхніх обов'язків та принципів, які країни-члени беруть та вже мають у своєму законодавстві. [25]

1.4.1. Діоксид азоту (NO₂)

Діоксид азоту (NO₂) – є одним із парникових газів, які забруднюють атмосферу. Воно зазвичай має антропогенний характер дії, саме, робота підприємств, автомобілів, транспорту, літаків, тощо. Викиди Діоксид азоту (NO₂) є суттєвими і спричиняють різні негативні наслідки, які сильно впливають на здоров'я людей, спричиняючи захворювання легенів та серцево-судинні захворювання тощо.

З індустріалізацією та урбанізацією, пов'язані високі концентрації діоксид азоту (NO₂). Високі концентрації діоксид азоту впливають зі збільшенням кількості дорожніх транспортних засобів. Діоксид азоту не є канцерогеном, але він може мати важкі наслідки для людей зі супутніми захворюваннями, такі як хвороба легенів, що може призводити до важких астматичних станів у людей. Доведено, що погіршення якості повітря, впливає, та збільшує кількість випадків на респіраторні та серцево-судинні захворювання. Погіршення якості повітря також може призвести до передчасної смерті.

Одну з інтегрованих екологічних політик, для покращення рівня забруднення повітря на національному та локальних рівнях проводить Європейський Союз (ЄС). [26]

Для того, щоб пришвидшити процес контролю за забрудненням атмосфери, та для того, щоб прийняти рішення, про покращення стану атмосферного повітря – є застосування дистанційних методів. З метою поліпшення планування та прийняття рішень, щодо стану якості повітря в населених пунктах, необхідності набуло застосування супутникових даних з використанням дистанційних методів, які дозволять з мінімальними затратами вирішувати важливі адміністративні питання, щодо якості атмосферного повітря. Зокрема дистанційні зондування, є важливим у вирішенні проблеми з діоксидом азоту. [27]

Проблема діоксид азоту має велике значення і серед наукової спільноти. Існує багато наукових праць на дану проблематику діоксиду азоту. [28-37]

Серед них є праця, яка має за мету, виявити реальне площинне розповсюдження діоксиду азоту (NO₂) за багаторічний період (2005 – 2022 рр.)

України, з використанням даних дистанційного зондування Землі.

Запропонований авторами супутниковий моніторинг дозволяє контролювати вміст діоксиду азоту в повітрі. Для запобігання підвищенню рівня забруднення, як додаткова інформація для прийняття рішень, для уникнення негативного впливу концентрацій діоксиду азоту на здоров'я населення, а також для запобігання підвищенню рівня забруднення, отримані авторами результати можуть бути використані для подолання цієї проблематики. Дають підстави віднести окремі райони території України (а саме схід) до критичних за якістю атмосферного повітря, дають дані отримані в ході дослідження. На територіях з критичною якістю атмосферного повітря необхідно підвищити рівень озеленення міських екосистем, а також створити відповідні санітарно-захисні зони. Необхідно вдосконалити та модернізувати системи очищення газів, які викидають промислові підприємства. Проблему з очищенням газів необхідно вирішити шляхом своєчасної заміни повітряних фільтрів. [38]

Супутникова система ESA Sentinel-5P, яка створює відкриті та безкоштовні дані з високою просторовою роздільною здатністю, нещодавно була запущена. Дані супутникової системи ESA Sentinel-5P доступні майже в реальному часі та в автономному режимі, для того щоб допомогти на різних рівнях від локального, регіонального, національного та глобального та континентального рівнів контролювати якість повітря. Щоденне глобальне охоплення є ще більш важливим аргументом достовірності цих даних. Охоплення забезпечує безперервну поверхню даних. Це показує, просторовий розподіл різних забруднюючих речовин за певний час. Супутникова система ESA Sentinel-5P, пропонує практичне рішення шляхом об'єднання великої кількості просторових даних, тому що саме наземні станції якості повітря пропонують лише точну інформацію. Існують деякі обмеження стосовно супутникової системи ESA Sentinel-5P, а саме обмеження у використанні даних Sentinel-5P. Дані, які обмежені стосуються кількості спостережень на день, наявність хмар. Обмежена кількість спостережень на день є недостатньою для детального моніторингу, тому що забруднюючі речовини можуть легко розсіюватися в атмосфері.

Автори для досягнення мети дослідження, використали 492 офлайн-продукти L2-NO₂ (248 для 2019 року та 244 для 2020 року) супутникової системи ESA Sentinel-5P. Ці продукти забезпечували щоденне покриття для кожного тимчасового кадру між 15 січня і 30 квітня 2019-2020 років. Періоди дослідження були обрані для того, щоб визначити та порівняти зміну концентрацій NO₂ протягом двох різних періодів: за нормальних умов і під час спалаху пандемії коронавірусу. Дані для дослідження були завантажені з онлайн браузера пошуку і завантаження космічних знімків Copernicus Open Access Hub.

Загальну картину динаміки забруднення NO₂ по всій Європі на основі даних Copernicus Sentinel-5P, авторами було показано в дослідженні. Дослідження є прикладом інструменту для моніторингу різноманітних забруднювачів повітря. А також для прийняття рішень на місцевому, регіональному, національному та європейському рівнях відповідно до обмежень стандартів. [39]

Вимірюючи забруднювач діоксид азоту, вчені мають можливість покращити свої знання про те, що відбувається на різних рівнях літосфери, біосфери гідросфери та атмосфери нашої планети.

Вчені тепер краще можуть відслідковувати та знаходити шкідливі гази, такі як діоксид азоту до їхніх джерел під час моніторингу концентрацій. Знаходження джерел забруднення може покращити сільськогосподарські методи, а також життя людей і тварин. Передбачення шкідливих погодних умов дасть можливість краще знаходити рішення щодо кліматичних змін, а також прогнозувати природні катаклізми. [40]

1.4.2. Метан

Як відомо зміна клімату, а саме глобальне потепління є одним із чинників які впливають на збільшення рівня концентрації забруднюючих речовин в атмосфері. Одним з парникових газів, який розглядається в дипломній роботі – є метан (CH₄).

Газом без запаху, який має концентрацію в тропосфері 1,8 ppm (часток на мільйон як мольна частка в сухому повітрі) – є метан. Метан – є третім за

важливістю парниковим газом після вуглекислого газу та водяної пари. Його нинішня концентрація – є в 2,5 рази вищою за 0,7 часток на мільйон, які спостерігалися в кернах льоду. Вони були датовані періодом 1000-1700 років до нашої ери. На даний час концентрація метану в атмосфері вища, ніж будь-коли, як спостерігалось в записах льодових кернів за останні 800 000 років. [41]

Метан, або як його історично називали «болотний газ» був відкритий у 1776 році Алессандром Вольтом. Органічною сполукою, яка є найпоширенішою в атмосфері Землі – є метан. Біогенне походження, яке утворюється шляхом бактеріального розкладання органічної речовини, виявлення якого в земній корі має метан. Шляхом розкладання органічної речовини в результаті тиску або геотермального тепла, може утворюватися метан. Вздовж розломів та інших елементів метан може мігрувати. Також метан може накопичуватися в приповерхневих породах. В результаті хімічних реакцій, як вважається утворюється абіогенний метан. Наприклад під час серпентинізації ультраосновних порід, або під час охолодження магми. У Великобританії, у ґрунтах, у багатьох неглибоких дрейфових відкладеннях був виявлений метан. У Великобританії, де немає видимого зовнішнього джерела, наприклад звалища, був виявлений метан. Через порушення, спричинені встановленням моніторингових свердловин, як вважається виникає метан. Через ці порушення і відбувається окислення невеликих об'ємів органічного матеріалу в ґрунтах з утворенням вуглекислого газу. Цей вуглекислий газ згодом відновлюється метаногенами. Низькоактивне джерело метану, як відомо, не становить небезпеки для розробок.

Газом без смаку, кольору та запаху – є метан. Метан широко поширений у підземному середовищі. Хімічний символ метану - CH_4 . Молекулярна маса метану становить 16,04 г/моль. Газом при стандартному тиску і кімнатній температурі – є метан. Температура плавлення метану становить 183 °С. Температура кипіння метану становить 162 °С. Також метан – є меншим за щільністю повітря. Як відомо щільність повітря метану становить 0,716 кг·м⁻³ при 0°С. Максимальна в'язкість метану становить $1,03 \times 10^{-5}$ Нсм⁻². Коефіцієнт дифузії в повітрі метану становить $1,5 \times 10^{-5}$ м² с⁻¹ при стандартному тиску і температурі.

Тетраедрична молекула з чотирма еквівалентними зв'язками є метаном. С–Н і стабільна за стандартним тиском і температурою. Метан вибухонебезпечний і легкозаймистий у повітрі, при певних концентраціях. Метан бурхливо вступає в реакцію з галогенами та окиснювачами. Потужним «парниковим газом» - є метан. [42]

Газ, який надходить в атмосферу, з природних та антропогенних джерел – є метаном. Природним шляхом метан виділяється дикими жуйними тваринами, гідратами, водно-болотними угіддями та океанами. Із біогенних джерел пов'язаних із утилізацією відходів та сільським господарством, таких як: відходи людини та тварин, кишкова ферментація, спалювання звалищ, біомаси та рисові поля. При видобутку викопного палива, такого як вугілля, природний газ та нафта – виділяється метан. За останніми оцінками, діяльність людини та викопне паливо – є поточними біогенними джерелами метану.

На викиди метану впливають різноманітні фактори, зокрема розподіл населення, клімат, сільськогосподарська практика та споживання енергії.

Результатом анаеробного розкладання органічного матеріалу метанотрофними бактеріями – є викиди метану з біогенних джерел. Метанотрофні бактерії знаходяться на звалищах, у затоплених ґрунтах та інших місцях утилізації відходів. Також ці бактерії містяться у травному тракті домашніх жуйних тварин, таких як вівці та велика рогата худоба. Також ці бактерії містяться у травному тракті диких жуйних тварин, таких як терміти, буйволи. А також ці бактерії можуть бути у травному тракті людей. Виробництво метану залежить від температури, було встановлено авторами. При цьому максимальне виробництво досягає максимальної температури на понад 30°C. Важливим фактором є ця температурна залежність, вона впливає на майбутні зміни викидів із затоплених ґрунтів, наприклад рисових полів та болота. Встановлено, що у міру нагрівання атмосфери викиди з цих джерел збільшаться. При збільшенні температури, підвищується концентрація метану в атмосфері, підсилюючи глобальне потепління.

З викопним паливом пов'язані основні джерела викидів метану. Ці витіки виникають під час переробки, розподілу та транспортування природного газу. На

90% природний газ складається з метану. Від рівня втрат метану залежить величина джерела. Втрата метану, яка, за оцінками, в розвинених країнах, в середньому становить від 1% до 2% видобутку природного газу.

Від використання природного газу та від видобутку вугілля можна ефективно, також покращивши контроль витоків метану та змінивши методи видобутку і від цього зменшаться викиди метану. Метан який може бути уловленим з джерел виділення, його можна використовувати надаючи додаткові переваги, як джерело енергії. [43]

Проблема метану має велике значення і серед наукової спільноти. Науковцями світу було написано багато наукових праць на тему метану від глобальних та регіональних, приведено деякі з них [44-49]

1.4.3. Монооксид вуглецю

Монооксид вуглецю є одним із самих поширених парникових газів, який дуже негативно впливає на здоров'я живих організмів, зокрема людської популяції. Газ є отруйним і на мою думку одним із самих небезпечних, адже його джерелами можуть бути як природні, так і антропогенні процеси. В основному природні процеси – мається на увазі певні катастрофи, катаклізми та зміни природних умов. Людська діяльність являє собою ледь не один з перших тригерів поширення чадного газу. Тобто збільшення концентрацій чадного газу в атмосфері наприклад здійснюється за антропогенних чинників, а природа посилює цей ефект і розповсюджує на дуже великі території. Для того щоб зрозуміти, що саме являє собою монооксид вуглецю, потрібно провести аналіз наукових джерел інформації. На мою думку чадний газ є дуже актуальною проблемою у зміні клімату та у питанні здоров'я людської популяції.

Газом без запаху та кольору, який не подразнює є Монооксид вуглецю або відомий, як Чадний газ.

Монооксид вуглецю утворюється в результаті неповного згоряння вуглеводнів у вихлопних системах автомобіля, пожежах, генераторах, що працюють на бензині,

вугільних грилях, системах опалення та бойлерах. Чадний газ може утворюватися в під час пожежі, в результаті неповного згоряння звичайних речовин. Цими речовинами можуть бути: бавовна, деревина, папір, полістирол та полівінілхлорид. Ендогенним шляхом, як кінцевий продукт катаболізму гемі та еритроцитів утворюється Чадний газ. Також Чадний газ ендогенним шляхом як кінцевий продукт утворюється в Центральній Нервовій Системі (ЦНС), як нейромедіатор. Він широко розповсюджений у навколишньому природному середовищі. Типова концентрація Чадного газу в атмосфері менше 0,001%. Внаслідок присутності Монооксид вуглецю, та його ендогенного виробництва, нормальні люди мають рівні карбоксигемоглобіну (СОНЬ) від 1% до 3% (хоча у котів повідомлялося про більш високі рівні).

Отруєння внаслідок випадкового чи навмисного впливу чадного газу інгаляційним шляхом є одним із найпоширеніших токсичних явищ. Ці явища загрожують життю людей. Вдихання повітря з 0,1% вмістом чадного газу може призвести до підвищення рівня карбоксигемоглобіну на понад 50%. [50]

У навколишньому природному середовищі основна кількість монооксиду вуглецю утворюється природним походженням, внаслідок фотохімічного окислення метану. Цей метан виділяється водно-болотними угіддями. Із земної мантії також виробляється величезна кількість монооксиду вуглецю. В мантії монооксид вуглецю розчинений у розплавлених породах у результаті виверження вулкана. У результаті окислення біогенних летких органічних сполук утворюється монооксид вуглецю. Ці сполуки виділяються сміттєвими звалищами та рослинністю. Також відповідає за утворення монооксиду вуглецю окислення сонячним світлом органічних речовин у стічних водах за допомогою інноваційних технологій. [51]

Важливою причиною смертності та захворюваності від отруєнь у багатьох розвинених країнах світу – є монооксид вуглецю. Двома найпоширенішими джерелами є: за відсутності каталітичного нейтралізатора – вихлопні гази автомобільних двигунів, а також дим від пожеж. Інші джерела включають наприклад намети, тобто використання вугільних грилів у закритому просторі. Побутові газові опалювальні прилади, які неправильно встановлені. Також неповне згоряння

пропану (як приклад у фургонах) та бутану можуть призвести до негативних наслідків. Серед наслідків можуть бути хронічне, гостре або приховане отруєння. [52]

В науковій праці, автори прагнуть вивчити зміни в концентрації монооксиду карбону внаслідок локдауну COVID-19 у Китаї, за допомогою супутникових спостережень та наземних спостережень. Автори також прагнуть дослідити, чи можливо спостерігати зниження монооксиду карбону за допомогою супутникових спостережень та наземних спостережень. Автори, для того, щоб зменшити вплив сезонних коливань монооксиду карбону, спостереження за 2020 рік порівнюються з аналогічними спостереженнями в 2019 році. В роботі автори обговорюють зміни в поверхневих концентраціях монооксиду карбону в Китаї та варіації в шести мегаполісів. Усереднена мольна частка монооксиду карбону у сухому повітрі, яка спостерігалася за допомогою приладу моніторингу TROPOspheric (TROPOMI) на борту супутника Sentinel 5 Precursor (S5P). Також і стовпця монооксиду карбону, спостережуваного за допомогою бортового інтерферометра інфрачервоного атмосферного зондування (IASI). За допомогою супутника Meteorological Operational (Metop)-В порівнюються та аналізуються з вимірюваннями на поверхні.

Згідно результатів спостереження, стало відомо, що концентрація монооксиду карбону була на тому самому рівні перед китайським Новим роком у 2019 та 2020 роках. У 2020 році в середньому зменшилася на 18,7% порівняно з 2019 роком на 1375 майданчиках у Китаї, після китайського Нового року. Всі ці зміни відбулися у зв'язку з карантинном щодо COVID-19. [53]

Проблема монооксиду карбону має велике значення і серед наукової спільноти. Існує багато наукових праць на дану проблематику монооксиду карбону. [54-57]

1.5. Висновки до розділу

Таким чином, регіон інтересу (Кіровоградська область) був обраний, тому що з урахуванням особливості цього регіону. Кіровоградська область є унікальною з різноманітних причин. Серед них є те, що область має вигідне економічне

географічне положення, серед яких вона є багатою на мінеральні ресурси, серед них залізо, нікель, буре вугілля тощо. Слід додати, що однією з основних особливостей Кіровоградської області є наявність уранових родовищ та шахт урановидобування, таких як: Смолінська шахта, Інгульська шахта та Новоконстянінівська шахта. Серед того Кіровоградська область є частиною Українського щита, що також пояснює її багатства на мінеральні ресурси. Клімат Кіровоградської області має добре виражені пори року. Клімат є помірно-континентальний, а також недостатньо вологим. Також слід зазначити, що область знаходиться в лісо-степовій зоні, має вихід до річки Дніпро, яка є одним із ресурсів, який забезпечує водою Кіровоградську область.

Одними з основних положень, які розглядалися у розділі, була характеристика та огляд поверхневої температури земної поверхні, парникових газів, серед яких обрано основні з якими в наступному розділі продовжаться детальні дослідження з визначенням їх концентрацій по Кіровоградській області, серед них є діоксид азоту, метан та монооксид вуглецю.

РОЗДІЛ 2

ДИСТАНЦІЙНА ОЦІНКА ТЕМПЕРАТУРИ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ТА КОНЦЕНТРАЦІЇ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРІ

2.1. Дистанційна оцінка температури земної поверхні в контексті зміни клімату

2.1.1. Методика дистанційного оцінювання температури земної поверхні за період 2002-2022 років

З використанням онлайн застосунку Google Earth Engine, було написано JavaScript, які включають використання колекції датчика MODIS, який знімав територію інтересу з просторовою розрізненістю 1000 метрів, та вибір колекції (`ee.ImageCollection("MODIS/061/MOD11A2")`). [58-60] Було відкрито контур Кіровоградської області та вибрано колекцію і за допомогою спеціальних операцій, такі як температурна корекція, тощо, було згенеровано та обрізано наш знімок за період з 2002-2022 року, під територію інтересу (Кіровоградська область), та завантажено знімок в форматі .tif, для подальшої обробки в програмному застосунку для дешифрування космічних знімків ArcGIS.

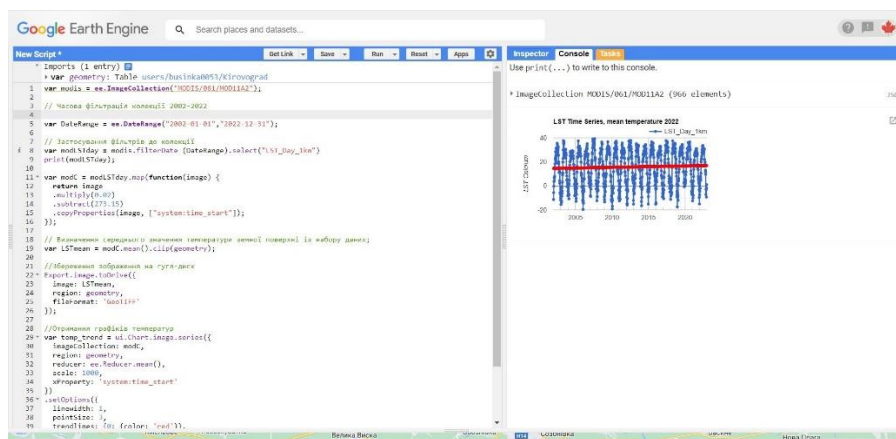


Рис. 2.1. JavaScripts для проведення роботи в програмному застосунку Google Earth Engine, для визначення динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області в період з 2002 року до 2022 року

За допомогою програми для дешифрування космічних знімків ArcGIS, було оброблено знімок: 1) Відкриття файлів знімків в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS; 2) Відкриття sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область в форматі .shp, в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS; 3) Використання застосунку Clip (Data Management) в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS, для обрізання знімку під наш sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область; 4) Створення однієї карти в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS. [61]

2.1.2. Карта температури земної поверхні землі в період з 2002 по 2022 роки

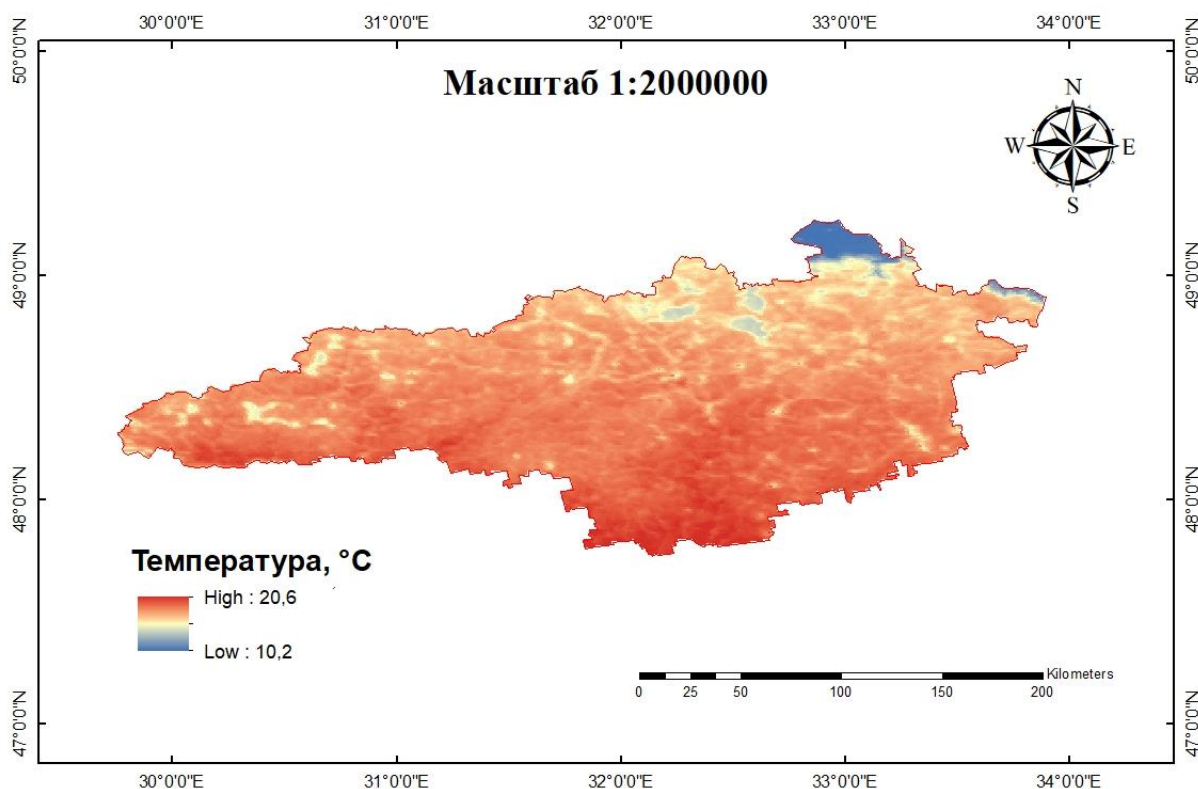


Рис. 2.2. Динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області в період з 2002 року до 2022 року

Згідно результатів на карті динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області в період з 2002 року до 2022 року (Рис. 2.2.), видно, що середні температури за цей період різняться від мінімальної температури у 10,2°C

до максимальної у 20,6°C. Мінімальна середня температура спостерігається в зоні річки Дніпро. Репрезентативним виглядає результат, що максимальні середні температури спостерігаються у південній частині Кіровоградської області. Помірні середні температури спостерігаються в основному в північно-східній частині, та на заході точковими показниками у Кіровоградській області. В центрі Кіровоградської області спостерігається мінімальні змінення в динаміці середніх температур від південної частини Кіровоградської області.

2.1.3. Методика дистанційного оцінювання температури земної поверхні для знімків 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років

З використанням онлайн застосунку Google Earth Engine, було написано JavaScript, які включають використання колекції датчика MODIS, який знімав територію інтересу з просторовою розрізненістю 1000 метрів, та вибір колекції (ee.ImageCollection("MODIS/061/MOD11A2")). [58-60] Було відкрито контур Кіровоградської області та вибрано колекцію і за допомогою спеціальних операцій, такі як температурна корекція, тощо, було згенеровано та обрізано наші знімки за періоди 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років, під територію інтересу (Кіровоградська область), та завантажено знімки в форматі .tif, для подальшої обробки в програмному застосунку для дешифрування космічних знімків ArcGIS.

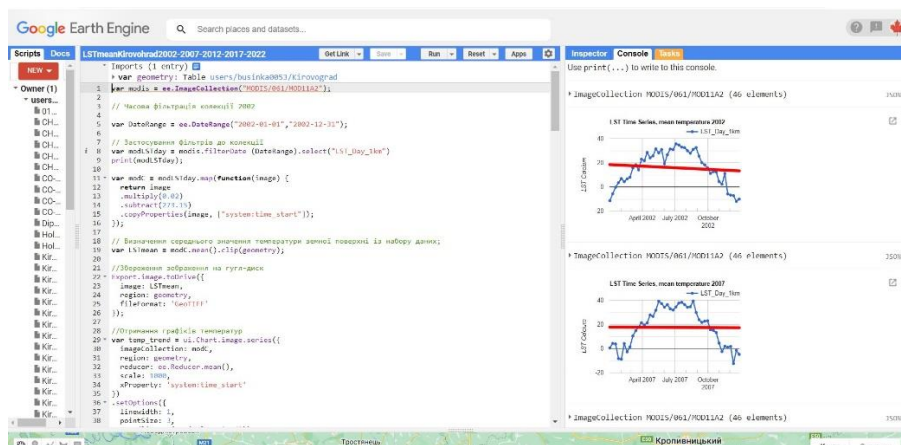


Рис. 2.3. JavaScripts для проведення роботи в програмному застосунку Google Earth Engine, для визначення динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки

За допомогою програми для дешифрування космічних знімків ArcGIS, було оброблено знімки: 1) Відкриття файлів знімків в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS; 2) Відкриття sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область в форматі .shp, в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS; 3) Використання застосунку Clip (Data Management) в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS, для обрізання знімків під наш sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область; 4) Створення п'яти карт в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS. [61]

2.1.4. Карта температур земної поверхні землі для знімків 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років

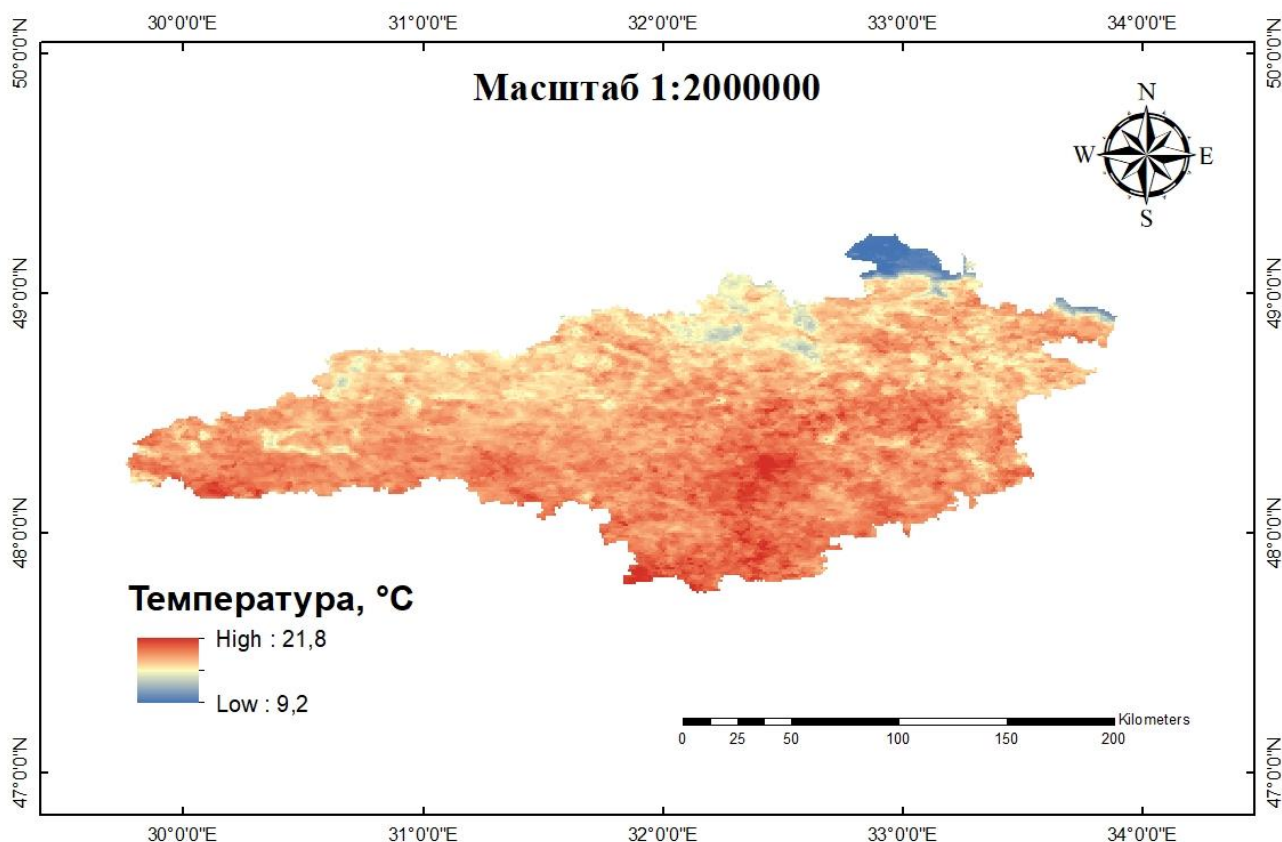


Рис. 2.4. Динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002 рік

Згідно результатів динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002 рік (Рис. 2.4.), видно, що мінімальні середні температури за 2002 рік становила $9,2^{\circ}\text{C}$, максимальні середні температури за 2002 рік становили $21,8^{\circ}\text{C}$. Серед мінімальних середніх температур видно, що менші температури спостерігаються у зоні Дніпра. Трошечки вищі температури ніж в зоні Дніпра в північній частині Кіровоградської області. Найвищі в південній частині та центральній частині Кіровоградської області.

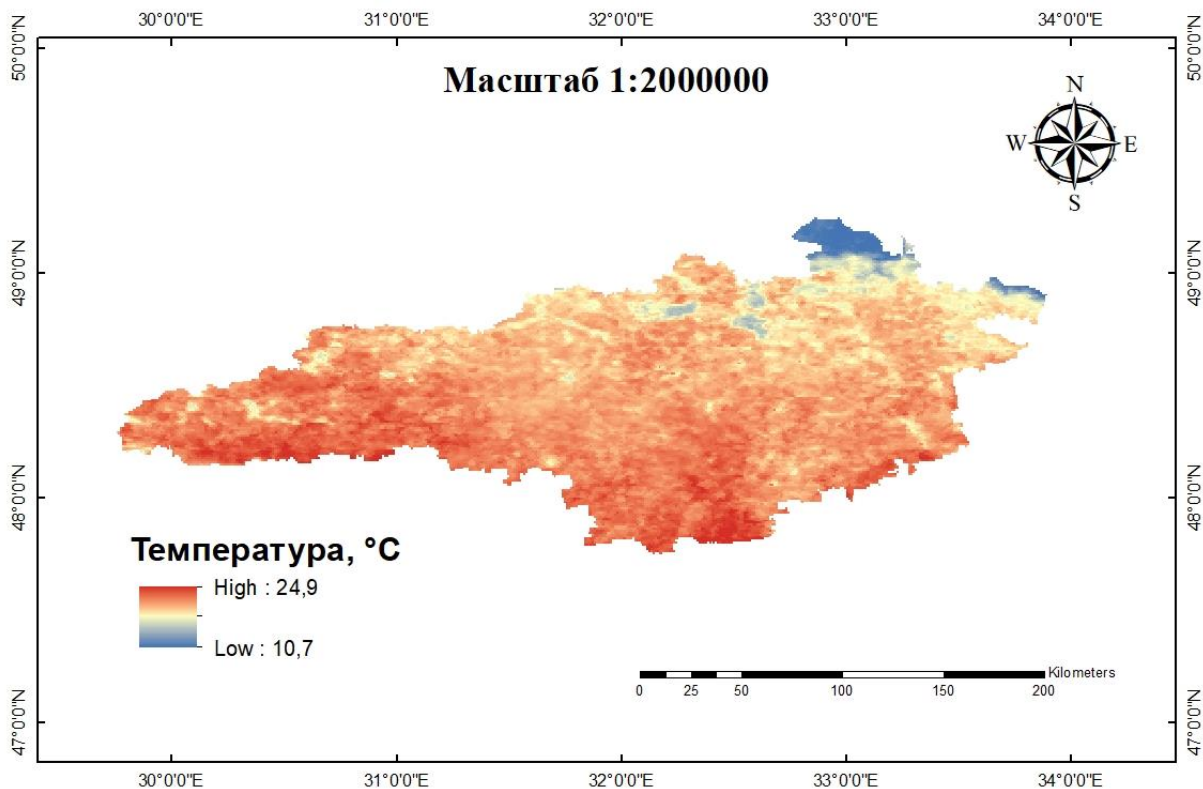


Рис. 2.5. Динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2007 рік

Згідно результатів динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2007 рік (Рис. 2.5.), видно, що максимальні середні температури в 2007 році були $24,9^{\circ}\text{C}$. Мінімальні середні температури в 2007 році були $10,7^{\circ}\text{C}$. Як видно на карті мінімальні середні температури спостерігалися в районі річки Дніпро. Також більш тепліші місця були на півночі та в північно-східній частині Кіровоградської області. В центральній частині Кіровоградської

області спостерігається збільшення температури, якщо порівнювати з північною та північно-східною частиною області. В західній та південній частині Кіровоградської області спостерігається максимум в динаміці середніх температур за 2007 рік.

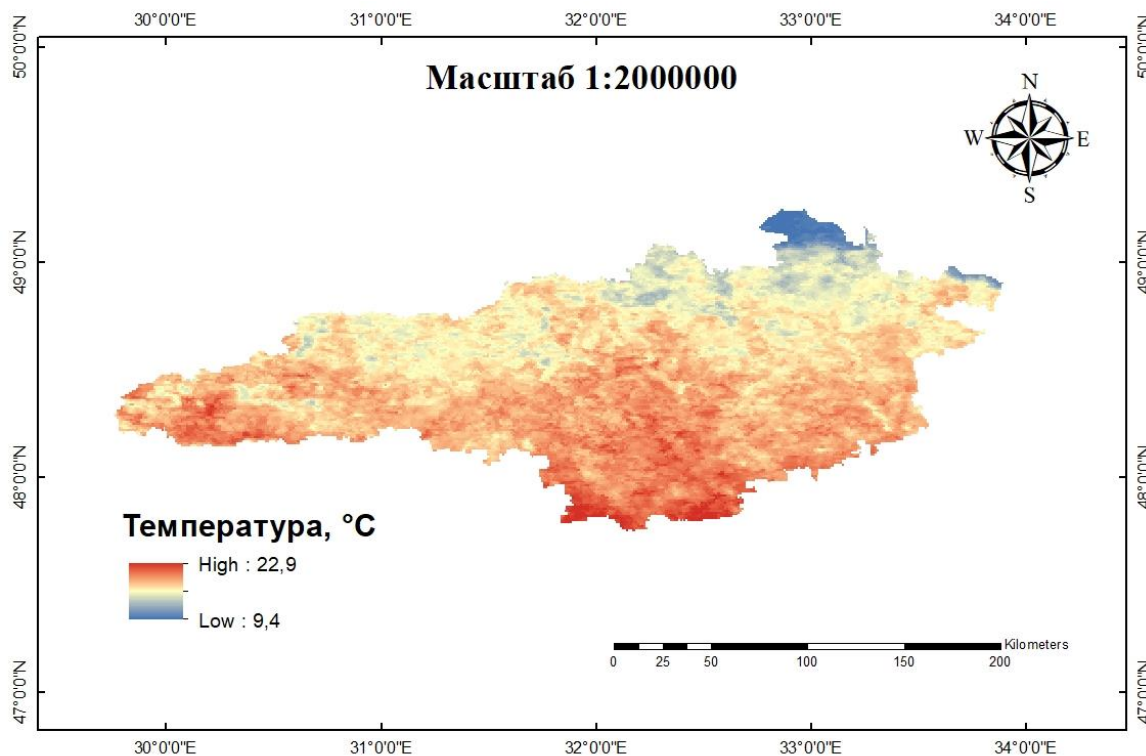


Рис. 2.6. - Динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2012 рік

Згідно результатів динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2012 рік (Рис. 2.6.), видно, що мінімальні середні температури в 2012 році були 9,4°C. Максимальні середні температури за 2012 рік були 22,9°C. Серед мінімальних середніх температур – вони переважали в північній та північно-східній частині Кіровоградської області, біля річки Дніпра. В центральній та південній частині Кіровоградської області трошки більшу температуру ніж в північній та північно-східній частині Кіровоградської області. В центральній частині переважає вище температура ніж в центральній частині Кіровоградської області. Найбільша середня температура за 2012 рік спостерігається в південній частині Кіровоградської області.

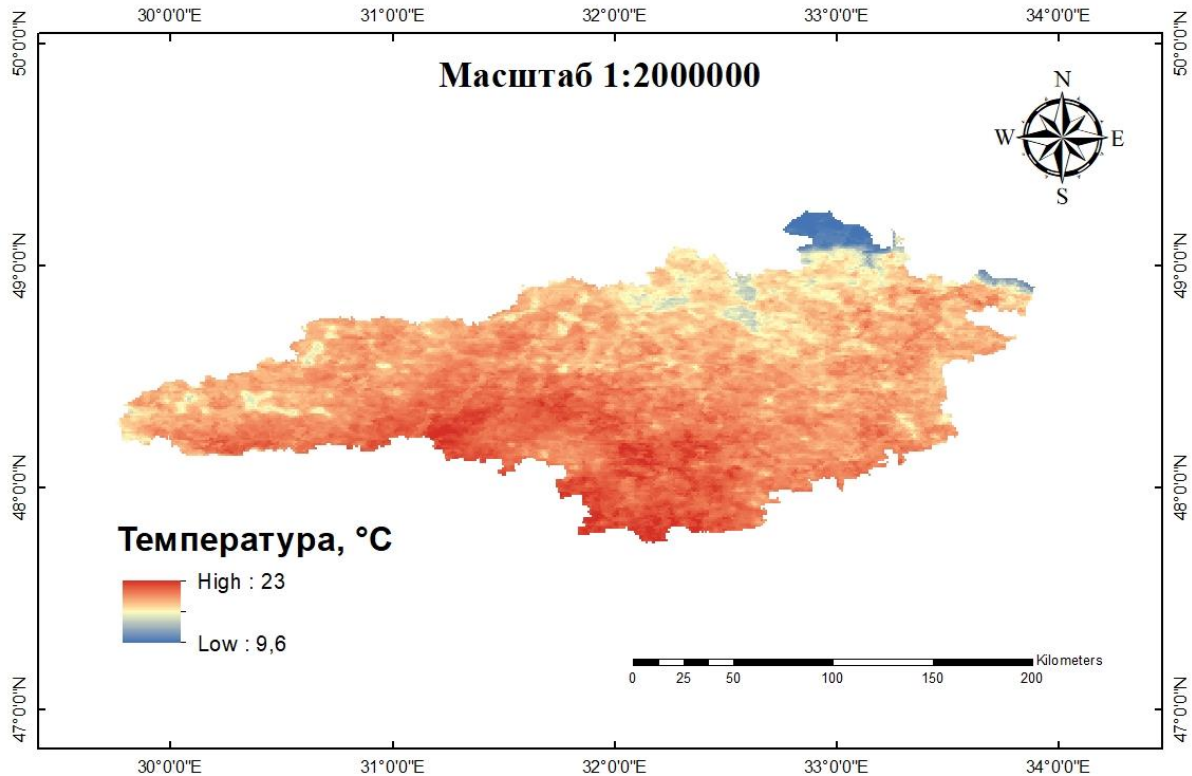


Рис. 2.7. Динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2017 рік

Згідно результатів динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2017 рік (Рис. 2.7.), видно, що максимальні середні температури Кіровоградської області за 2017 рік, були 23°C, мінімальні середні температури Кіровоградської області за 2017 рік, були 9,6°C. Мінімальні середні температури були в північно-східній частині Кіровоградської області біля річки Дніпро. Також середні температури були локально в західній частині Кіровоградської області. В центральній частині Кіровоградської області спостерігається суттєве підвищення температури. На півдні Кіровоградської області продовжується суттєве зростання, так як і попередніх роках, найбільша температура.

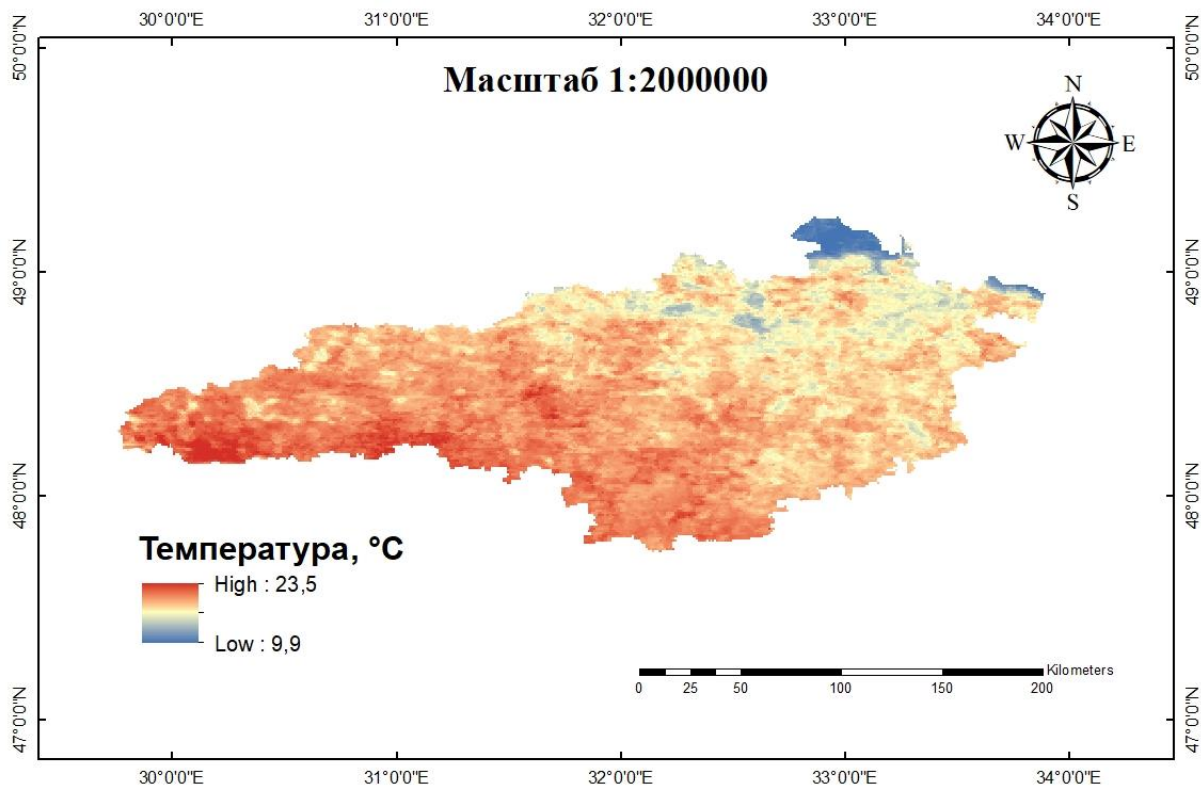


Рис. 2.8. Динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2022 рік

Згідно результатів динаміка середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2022 рік (Рис. 2.8.) показала, що мінімальні середні температури Кіровоградської області за 2022 рік, були 9,9°C. Максимальні середні температури Кіровоградської області за 2022 рік, були 23,5°C. Мінімальні середні температури були на північному-сході Кіровоградської області. В східній частині Кіровоградської області спостерігаються помірні температури. В центральній та південній частині спостерігається збільшення температури. В західній та південно-західній частині Кіровоградської області спостерігаються найвищі температури земної поверхні.

2.1.5. Методика дистанційного оцінювання температури земної поверхні для різниці динаміки середніх температур для знімків різниці: 2022 року та 2002 року, 2022 року та 2007 року, 2022 року та 2012 року, 2022 року та 2017 року

З використанням онлайн застосунку Google Earth Engine, було написано JavaScript, які включають використання колекції датчика MODIS, який знімав територію інтересу з просторовою розрізненістю 1000 метрів, та вибір колекції (ee.ImageCollection("MODIS/061/MOD11A2")). [58-60] Було відкрито контур Кіровоградської області та вибрано колекцію і за допомогою спеціальних операцій, такі як температурна корекція, тощо, було згенеровано та обрізано наші знімки динаміки різниці середніх температур за періоди 2022 року та 2002 року, 2022 року та 2007 року, 2022 року та 2012 року, 2022 року та 2017 року, під територію інтересу (Кіровоградська область), та завантажено знімки в форматі .tif, для подальшої обробки в програмному застосунку для дешифрування космічних знімків ArcGIS.

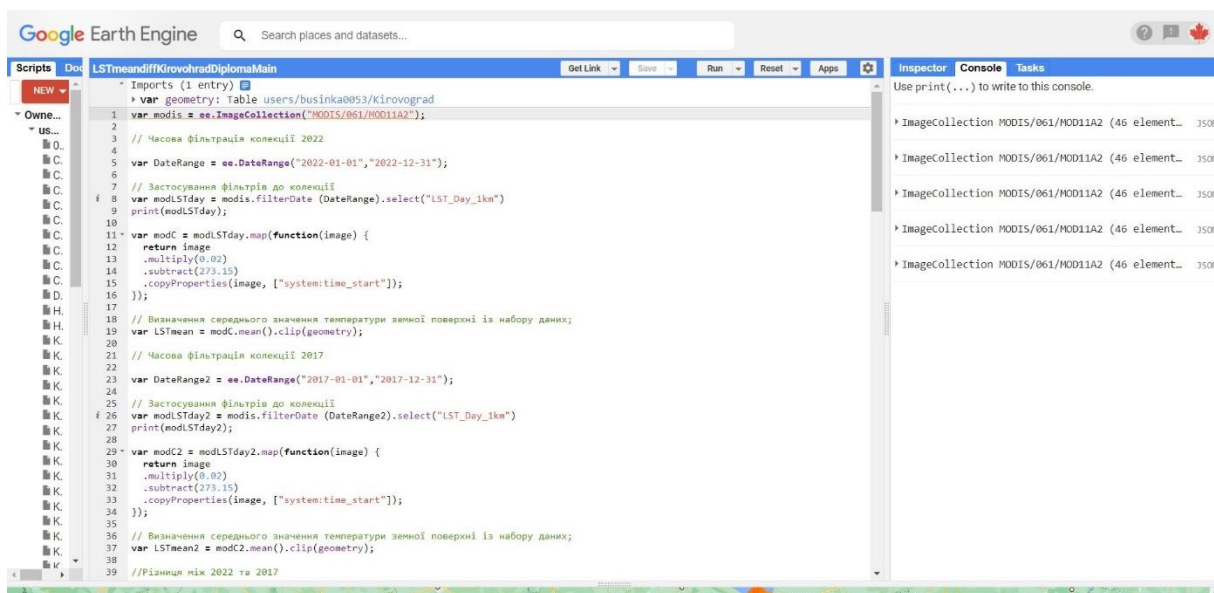


Рис. 2.9. JavaScripts для проведення роботи в програмному застосунку Google Earth Engine, для визначення різниці динаміки середніх температур для знімків різниці: 2022 року та 2002 року, 2022 року та 2007 року, 2022 року та 2012 року, 2022 року та 2017 року

За допомогою програми для дешифрування космічних знімків ArcGIS, було оброблено знімки: 1) Відкриття файлів знімків в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS; 2) Відкриття sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область в форматі .shp, в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS; 3) Використання застосунку Clip (Data Management) в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS, для обрізання знімків під наш sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область; 4) Створення чотирьох карт в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGIS. [61]

2.1.6. Карта температур земної поверхні землі для знімків різниці динаміки середніх температур: 2022 року та 2002 року, 2022 року та 2007 року, 2022 року та 2012 року, 2022 року та 2017 року

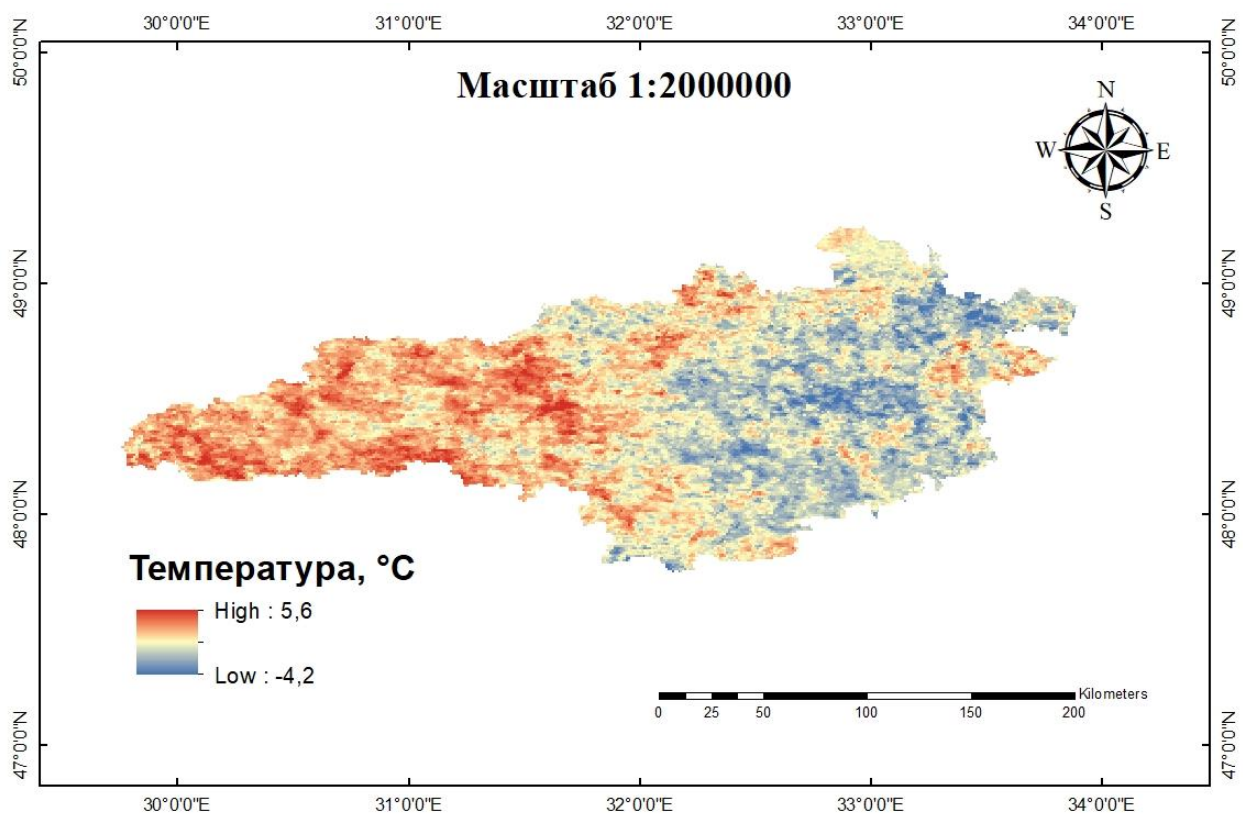


Рис. 2.10. Різниця динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2002 роками

Згідно результатів різниці динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2002 роками (Рис. 2.10.), видно, що мінімальні різниці температури земної поверхні Кіровоградської області були $-4,2^{\circ}\text{C}$, тобто у певних місцях знизилася середня температура земної поверхні на $-4,2^{\circ}\text{C}$, тобто в порівнянні 2022 роком з 2002 роком. А саме зниження видне в східній, центрально-східній, північно-східній та південно-східній частині кіровоградської області. Максимальна середня різниця температури земної поверхні Кіровоградської області, була $+5,6^{\circ}\text{C}$, це значить що температура у 2022 році в порівняно з 2002 роком, збільшилася в районі $+5,6^{\circ}\text{C}$. Саме збільшення відбулося в західній, центрально-західній, північно-західній та південно західній частині Кіровоградської області.

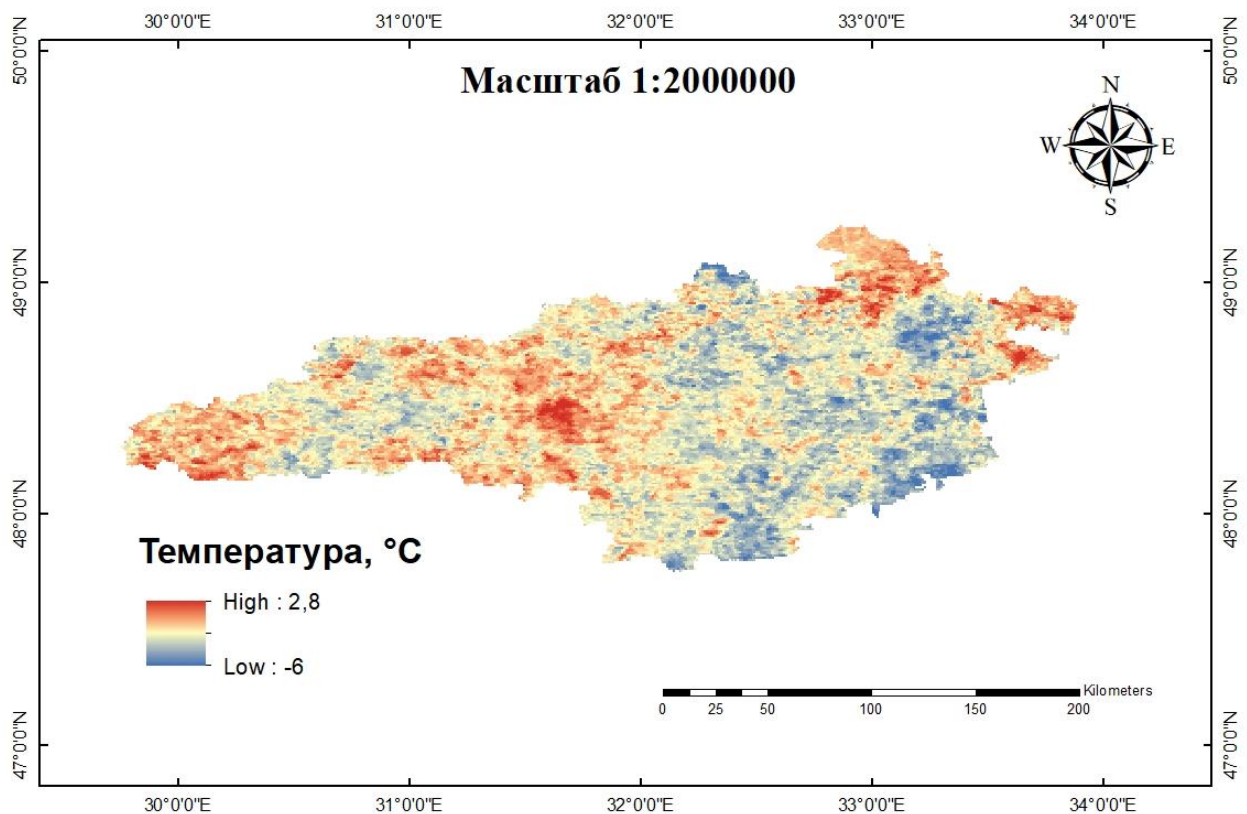


Рис. 2.11. Різниця динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2007 роками

Згідно результатів різниці динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2007 роками (Рис. 2.11.), видно, що мінімальні

різниці температури земної поверхні Кіровоградської області були -6°C , тобто у певних місцях знизилася середня температура земної поверхні на -6°C , тобто в порівнянні 2022 року з 2007 роком. Зниження відбулося локально (точково) в центральній та південно-східній, а також трохи в західній частині Кіровоградської області. Максимальна середня різниця температури земної поверхні Кіровоградської області, була $+2,8^{\circ}\text{C}$, це значить що температура у 2022 році в порівняно з 2007 роком, збільшилася в районі $+2,8^{\circ}\text{C}$. Збільшення відбулося локально (точково) в північно-східній, центральній та західній частині Кіровоградської області.

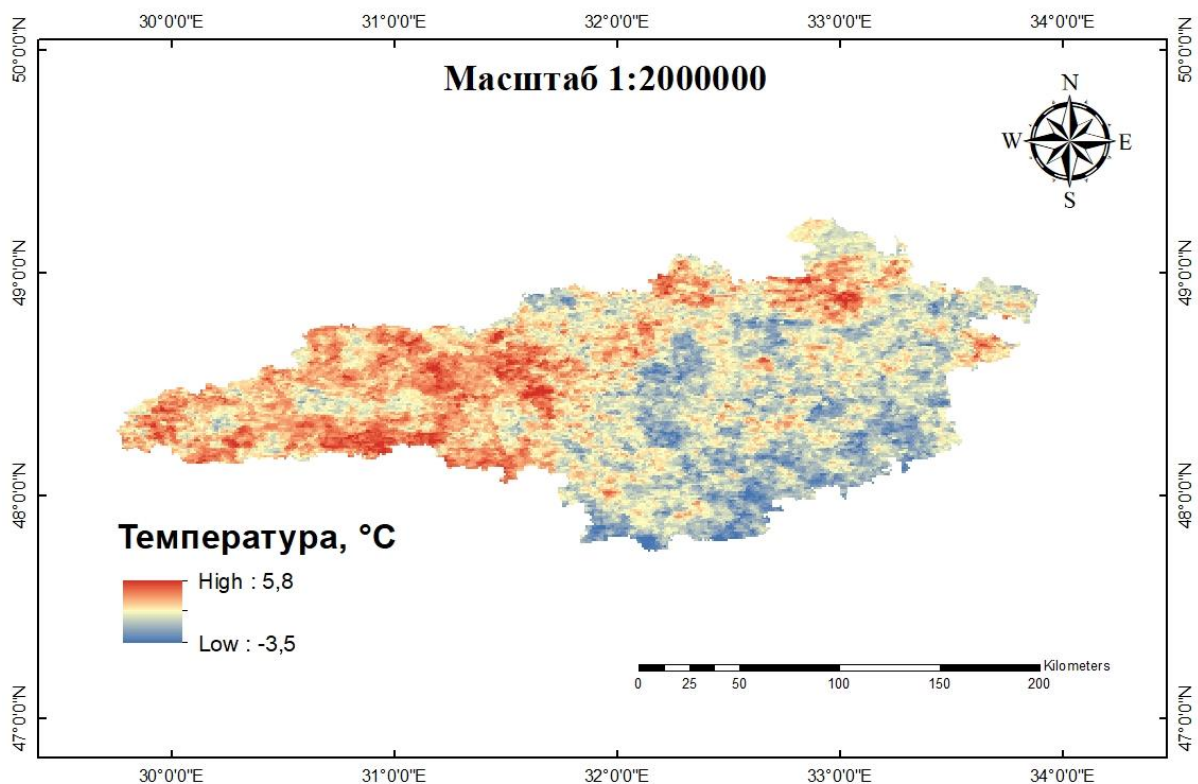


Рис. 2.12. Різниця динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2012 роками

Згідно результатів різниці динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2012 роками (Рис. 2.12.), видно, що мінімальні різниці температури земної поверхні Кіровоградської області були $-3,5^{\circ}\text{C}$, тобто у певних місцях знизилася середня температура земної поверхні на $-3,5^{\circ}\text{C}$ у 2022 році

в порівнянні з 2012 роком. Зниження відбулося локально (точково) в східній, центральній, та південно-східній частині Кіровоградської області. Максимальна середня різниця температури земної поверхні Кіровоградської області, була +5,8 °С, це значить що температура у 2022 році в порівняно з 2012 роком, збільшилася в районі +5,8 °С. Збільшення відбулося, в основному на заході, та локально (точково) на півночі Кіровоградської області.

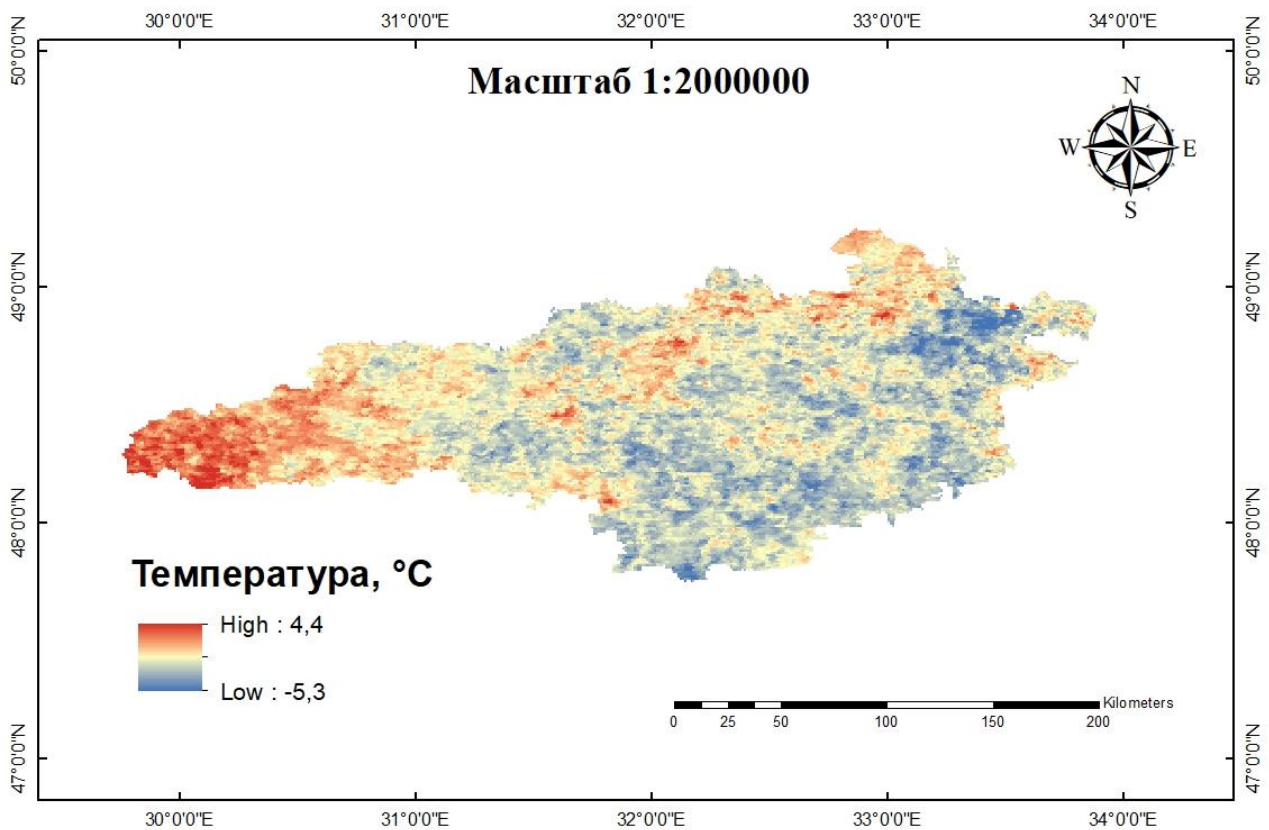


Рис. 2.13. Різниця динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2017 роками

Згідно результатів різниці динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 та 2017 роками (Рис. 2.13.), видно, що мінімальні різниці температури земної поверхні Кіровоградської області були -5,3°С, тобто у певних місцях знизилася середня температура земної поверхні на -5,3°С у 2022 році в порівнянні з 2017 роком. Зниження відбулося локально (точково) в центральній, східній, центральній південній частині Кіровоградської області. Максимальна

середня різниця температури земної поверхні Кіровоградської області, була +4,4 °С, це значить що температура у 2022 році в порівняно з 2012 роком, збільшилася в районі +4,4 °С. Як і в різниці між 2022 та 2012 роками. В основному температура земної поверхні збільшилася на заході, та локально (точково) на півночі Кіровоградської області.

2.1.7. Динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років

В онлайн програмному застосунку Google Earth Engine, було згенеровано таблиці даних, звідки були завантажені дані за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки. Так як датчик MODIS фіксує дані раз на 8 днів, то виходить по 46 значень для кожного року (Таблиця 2.1). Дані були збережені в форматі .csv, потім переформатовані в формат документу Excel.

Таблиця 2.1

Вихідні дані температур земної поверхні 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років. °С

Дата	2002	2007	2017	2022	Дата	2012
1 січня	-11,38	0,527	-2,364	-0,282	1 січня	0,442
9 січня	-5,664	4,282	-6,33	-7,483	9 січня	-3,28
17 січня	-0,316	3,765	-5,327	-4,531	17 січня	-9,535
25 січня	3,557	-8,291	-10,43	-2,338	25 січня	-15,004
2 лютого	6,851	-8,823	-10,61	-1,956	2 лютого	-16,065
10 лютого	4,313	4,151	-3,406	4,279	10 лютого	-14,756
18 лютого	6,59	-2,724	0,663	7,87	18 лютого	-10,662
26 лютого	7,954	1,37	7,07	6,276	26 лютого	-3,055
6 березня	15,583	10,448	11,439	4,869	5 березня	-4,542

Дата	2002	2007	2017	2022	Дата	2012
14 березня	18,267	14,689	11,129	10,481	13 березня	5,327
22 березня	14,041	17,767	19,653	19,994	21 березня	13,21
30 березня	22,877	21,379	24,903	22,08	29 березня	16,099
7 квітня	21,688	19,44	22,067	22,739	6 квітня	22,924
15 квітня	28,482	21,239	18,824	22,577	14 квітня	22,032
23 квітня	23,998	27,746	27,325	24,844	22 квітня	31,961
1 травня	25,616	26,528	33,841	27,984	30 квітня	37,255
9 травня	31,408	31,65	27,607	30,221	8 травня	33,197
17 травня	28,097	39,056	29,565	27,283	16 травня	34,047
25 травня	30,831	37,059	32,57	30,666	24 травня	29,618
2 червня	19,121	34,145	37,719	32,609	1 червня	33,046
10 червня	26,537	36,247	32,431	33,333	9 червня	36,878
18 червня	31,277	32,804	30,946	33,669	17 червня	37,825
26 червня	30,757	31,786	33,712	31,431	25 червня	32,3
4 липня	35,571	34,333	27,966	31,137	3 липня	36,256
12 липня	34,615	37,551	28,711	26,834	11 липня	32,771
20 липня	32,849	38,183	32,796	28,005	19 липня	33,274
28 липня	32,395	36,342	33,183	31,416	27 липня	35,771
5 серпня	29,856	34,104	35,864	30,661	4 серпня	37,715
13 серпня	27,786	34,49	36,742	28,302	12 серпня	24,151
21 серпня	30,999	39,245	32,213	31,056	20 серпня	32,73
29 серпня	32,444	29,84	27,821	30,387	28 серпня	30,785
6 вересня	25,434	23,819	29,099	21,879	5 вересня	27,773
14 вересня	19,971	21,616	31,915	17,467	13 вересня	28,201
22 вересня	18,271	22,582	22,384	16,623	21 вересня	25,108
30 вересня	15,622	22,949	19,112	17,963	29 вересня	22,78
8 жовтня	11,164	15,538	15,818	19,635	7 жовтня	18,892
16 жовтня	12,577	15,056	17,682		15 жовтня	17,685
24 жовтня	12,326	13,192	8,268	13,153	23 жовтня	10,931
1 листопада	4,395	4,48	3,817	11,592	31 жовтня	7,459
9 листопада	2,211	-2,547	6,085	9,615	8 листопада	5,665
17 листопада	11,115	1,88	2,175	-7,15	16 листопада	4,336
25 листопада	-5,808	1,007	-2,021	-2,728	24 листопада	8,085
3 грудня	-6,764	1,737	5,976	-3,165	2 грудня	2,522
11 грудня	-7,205	-12,35	-5,111	-9,337	10 грудня	-12,16
19 грудня	-11,93	-1,499	6,779	-1,763	18 грудня	-15,23
27 грудня	-10,039	-4,784	5,327	0,91	26 грудня	-2,978

Згідно цих даних за допомогою методу обробки, було сформовані дані в єдину таблицю в документі Excel. Таблиця приведена вище. Можна додати, що дати знімання для 2002, 2007, 2017 та 2022 років – однакові. Але за 2012 рік дати знімання відрізняються, через те, що 2012 рік був високосним.

Наступним етапом, було проведення обробки даних та виконання певних функцій, для поставленої задачі, а саме створення таблиці даних середніх температур за 2002, 2007, 2012, 2017, 2022 роки, за кожний місяць, 12 місяців (Таблиця 2.2). Все це було проведено в застосунку Excel за допомогою функції (average) розрахунку середнього значення. Дані розрахунків наведені у таблиці нижче.

Таблиця 2.2

Скомпоновані вхідні дані температур земної поверхні 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років. °C, для кожного місяці

Місяць	2002	2007	2012	2017	2022
Січень	-3,451	0,07075	-6,844	-6,112	-3,659
Лютий	6,427	-1,5065	-11,13	-1,572	4,1173
Березень	17,692	16,07075	7,5235	16,781	14,356
Квітень	24,723	22,80833333	28,543	22,739	23,387
Травень	28,988	33,57325	32,287	30,896	29,039
Червень	26,923	33,7455	35,012	33,702	32,761
Липень	33,858	36,60225	34,518	30,664	29,348
Серпень	30,271	34,41975	31,345	33,16	30,102
Вересень	19,825	22,7415	25,966	25,628	18,483
Жовтень	12,022	14,59533333	13,742	13,923	16,394
Листопад	2,9783	1,205	6,0287	2,514	2,8323
Грудень	-8,985	-4,2245	-6,96	3,2428	-3,339

Для кращого розуміння та інтерпретації даних середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 12 місяців, для 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років, було побудовано графік (Рис. 2.14.)

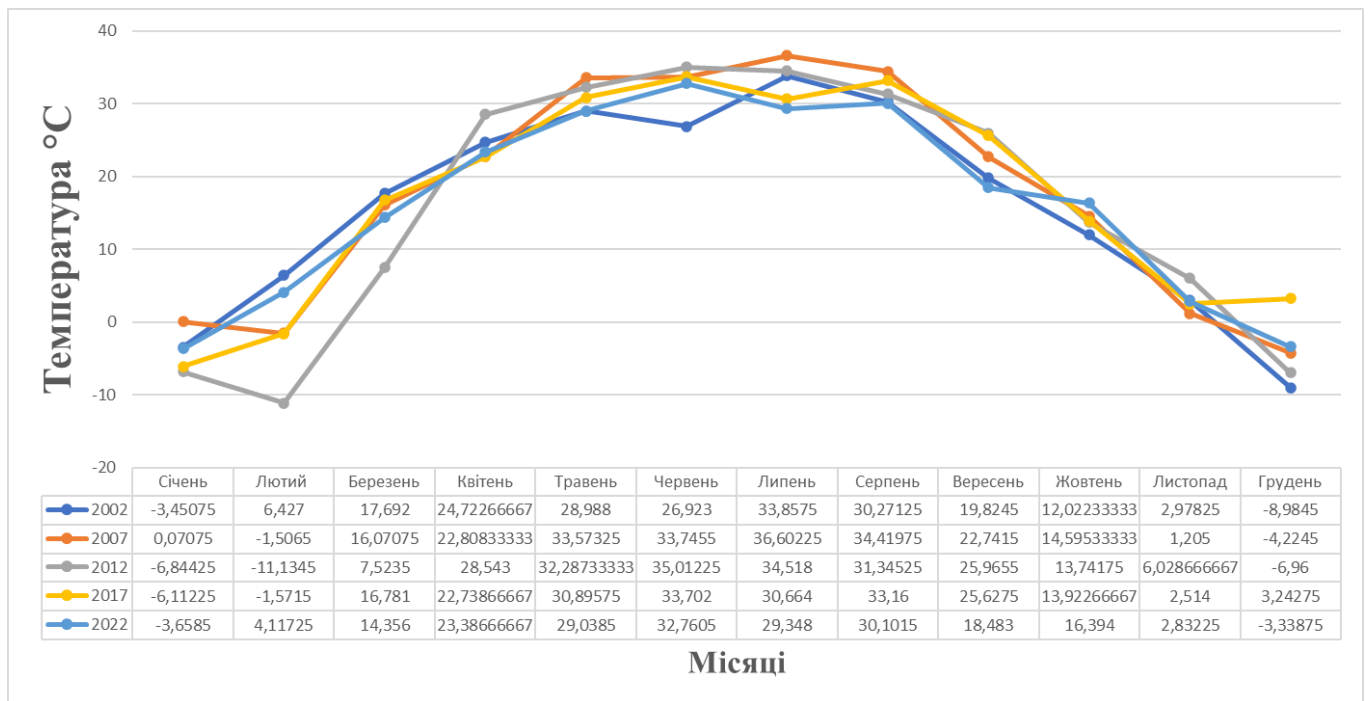


Рис. 2.14. Графік середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 12 місяців, для 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 років

Згідно графіка видно, що температура Кіровоградської області для кожного року в межах, і раптової зміни немає, лише в лютому 2012 року була найнижча температура, а саме $-11,14^{\circ}\text{C}$, а найвища була у липні 2007, а саме $36,6^{\circ}\text{C}$

Щодо динаміки мінімальних температур майже схожі значення у грудні 2002 ($-8,98^{\circ}\text{C}$), 2007 ($-4,2^{\circ}\text{C}$), 2012 ($-6,96^{\circ}\text{C}$) та 2022 ($-3,34^{\circ}\text{C}$) років, але у 2017 році температура у грудні була плюсова $3,24^{\circ}\text{C}$. Якщо порівнювати, то динаміка в зимові місяці відрізняється і не стала. Стосовно місяців весни, видно, що саме мінімальне значення у березні, було у 2012 році, а саме $7,52^{\circ}\text{C}$. В березні динаміка для інших років, майже стала. Стосовно квітня, то сама максимальна температура була у 2012 році, а саме $28,5^{\circ}\text{C}$. Стосовно квітня інших років динаміка зберігалася майже сталою. Стосовно травня, то динаміка за всі роки варіюється у зміні 5°C , від мінімальної у 2022 році 29°C , до максимальної у 2007 році, а саме $33,57^{\circ}\text{C}$. Стосовно червня місяця, то у 2002 році була найнижча температура $26,9^{\circ}\text{C}$, найвищою температура була у 2012 році, а саме 35°C , серед 2007, 2012, 2017 та 2022 років температура коливалася у межах 4°C . Стосовно липня, то найвища температура була у 2007 році, а саме $36,6^{\circ}\text{C}$, найнижча була у 2022 році, а саме

29,35°C. У серпні найвища температура була у 2007 році, а саме 34,42°C, найнижча була у 2022 році, а саме 30,1°C. У вересні найвища температура була у 2012 році, а саме майже 26°C, найнижча була у 2022 році, а саме 18,5°C. У жовтні найвища температура була у 2022 році, а саме 16,4°C, найнижча була у 2002 році, а саме 12,02°C. У листопаді найвища температура була у 2012 році, а саме 6,03°C, найнижча була у 2007 році, а саме 1,2°C.

Була побудована таблиця з параметрами мінімальна, середня та максимальна температури за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки (всього масиву даних, 46 значень) за допомогою функції Excel “average”, розрахунку середнього арифметичного значення, для середніх температур. Для максимальних функцію “max”, та для мінімальних функцію “min”. Результати математичних операцій представлені в Таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Таблиця з параметрами мінімальна, середня та максимальна температури за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки

Параметри	2002	2007	2012	2017	2022
Мінімальна температура	-11,93	-12,35	-16,07	-10,61	-9,337
Середня температура	15,833	17,457	15,691	17,078	15,98
Максимальна температура	35,571	39,245	37,825	37,719	33,669

Згідно результатів операцій, для кращої візуалізації та репрезентативності, було побудовано 3 діаграми з мінімальними, середніми та максимальними температурами за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки. Діаграми наведені нижче.



Рис. 2.15. Мінімальні температури за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки

Серед мінімальних значень (Рис. 2.15.) найнижча мінімальна температура була у 2012 році, а саме $-16,09^{\circ}\text{C}$, найвища мінімальна температура була у 2022 році, а саме $-9,34^{\circ}\text{C}$.



Рис. 2.16. Середні температури за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки

Серед середніх значень (Рис. 2.16.) найнижча середня температура була у 2012 році, а саме 15,69°C, найвища середня температура була у 2007 році, а саме 17,46°C.



Рис. 2.17. Максимальні температури за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки

Серед максимальних значень (Рис. 2.17.) найнижча максимальна температура була у 2022 році, а саме 33,67°C, найвища максимальна температура була у 2007 році, а саме 39,25°C.

2.2. Дистанційна оцінка концентрації забруднюючих речовин в атмосфері в контексті зміни клімату

2.2.1. Методика визначення концентрації діоксид азоту в атмосфері

За допомогою онлайн платформи Google Earth Engine [58], було знайдено знімки супутника SENTINEL 5-P середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) в атмосфері, для регіону інтересу – Кіровоградської області, використовуючи колекцію “Sentinel-5P NRTI NO₂: Near Real-Time Nitrogen Dioxide”. [62] Після пошуку знімків, їх було обрізано під shapefile, також були згенеровані таблиці місячних середніх концентрації діоксид азоту (NO₂), протягом чотирьох років та

перенесення даних до таблиці Excel. Знімки були завантажені у форматі .tif. За допомогою програми для дешифрування космічних знімків ArcGis, було оброблено знімки: 1) Відкриття файлів знімків в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis; 2) Відкриття sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область в форматі .shp, в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis; 3) Використання застосунку Clip (Data Management) в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis, для обрізання знімку під наш sharefile регіону інтересу – Кіровоградська область; 4) Створення карти в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis. [61] Наступним етапом, за допомогою програми Excel, переведення табличних даних, та створення графіку зміни середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) для регіону інтересу – Кіровоградської області.

2.2.2. Визначення концентрації діоксид азоту в атмосфері

За допомогою онлайн платформи Google Earth Engine, було знайдено знімки супутника SENTINEL 5-P середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) для регіону інтересу – Кіровоградської області. Серед параметрів було закладено часовий інтервал 12 місяців, тобто пошук знімків за 4 роки, за 2019, 2020, 2021 та 2022.

В онлайн платформі Google Earth Engine, було згенеровано таблиці місячних середніх концентрацій діоксид азоту (NO₂) для регіону інтересу – Кіровоградської області, за 12 місяців, для років: 2019, 2020, 2021 та 2022. Дані цих таблиць були перенесені в програму Excel, де була згенерована таблиця.

Було створено карти в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis, концентрацій діоксид азоту (NO₂) в атмосфері, для 2019, 2020, 2021 та 2022 років.

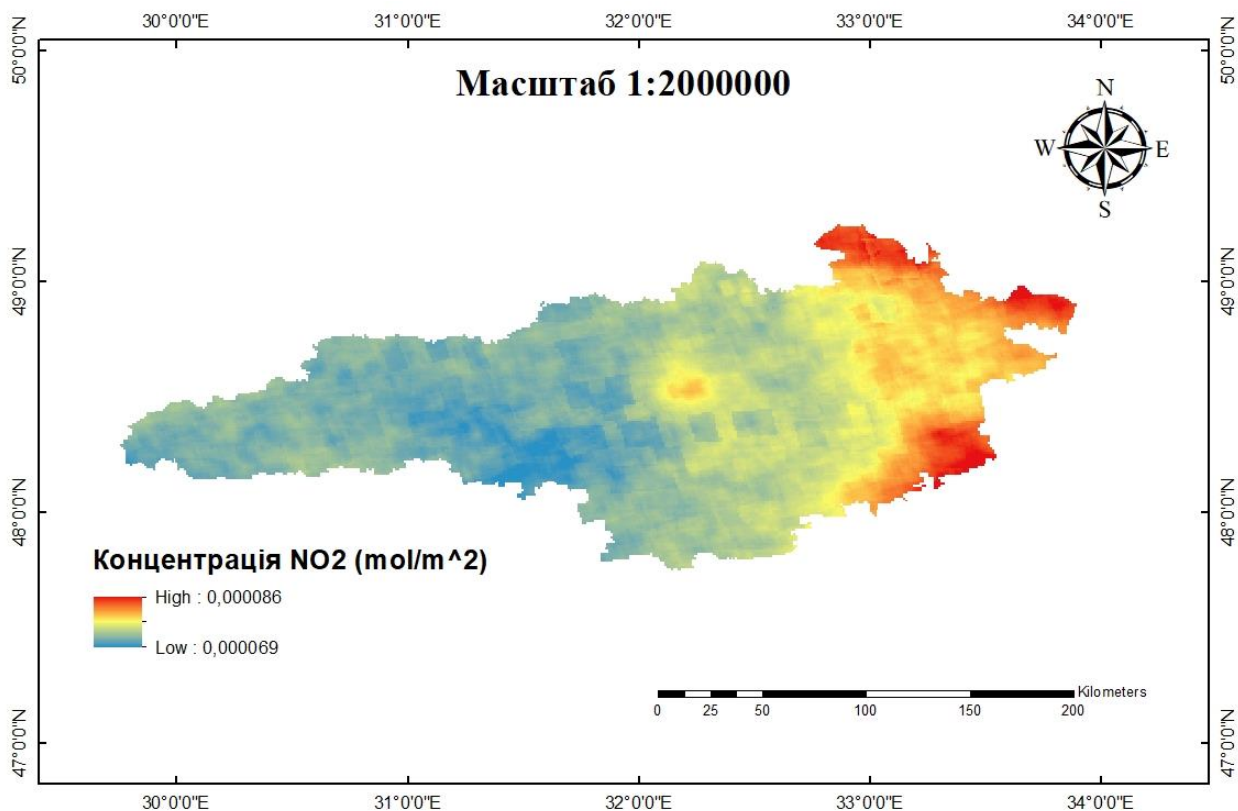


Рис. 2.18. Динаміка середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2019 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2019 рік (Рис. 2.18.) видно, що максимальна концентрація NO₂ за 2019 рік, була 0,000086 mol/m². Найменша концентрація NO₂ за 2019 рік була 0,000069 mol/m². Найбільші концентрації діоксид азоту були у східній частині Кіровоградської області, а саме більші значення на північному сході та південному сході Кіровоградської області. В центральній частині Кіровоградської області локально (точково) мають середній показник концентрації діоксид азоту за 2019 рік. Найменші значення були на південному заході та півдні Кіровоградської області.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2020 рік (Рис. 2.19.) видно, що найменші концентрації діоксид азоту були 0,000067 mol/m², а найбільші були 0,000079 mol/m². Мінімальні концентрації діоксид азоту були на заході та півдні Кіровоградської області. В центрі Кіровоградської області локально (точково), були середні концентрації діоксид азоту. На сході були найбільші концентрації діоксид азоту

NO₂ за 2020 рік, а саме найбільші на північному сході та південному сході Кіровоградської області.

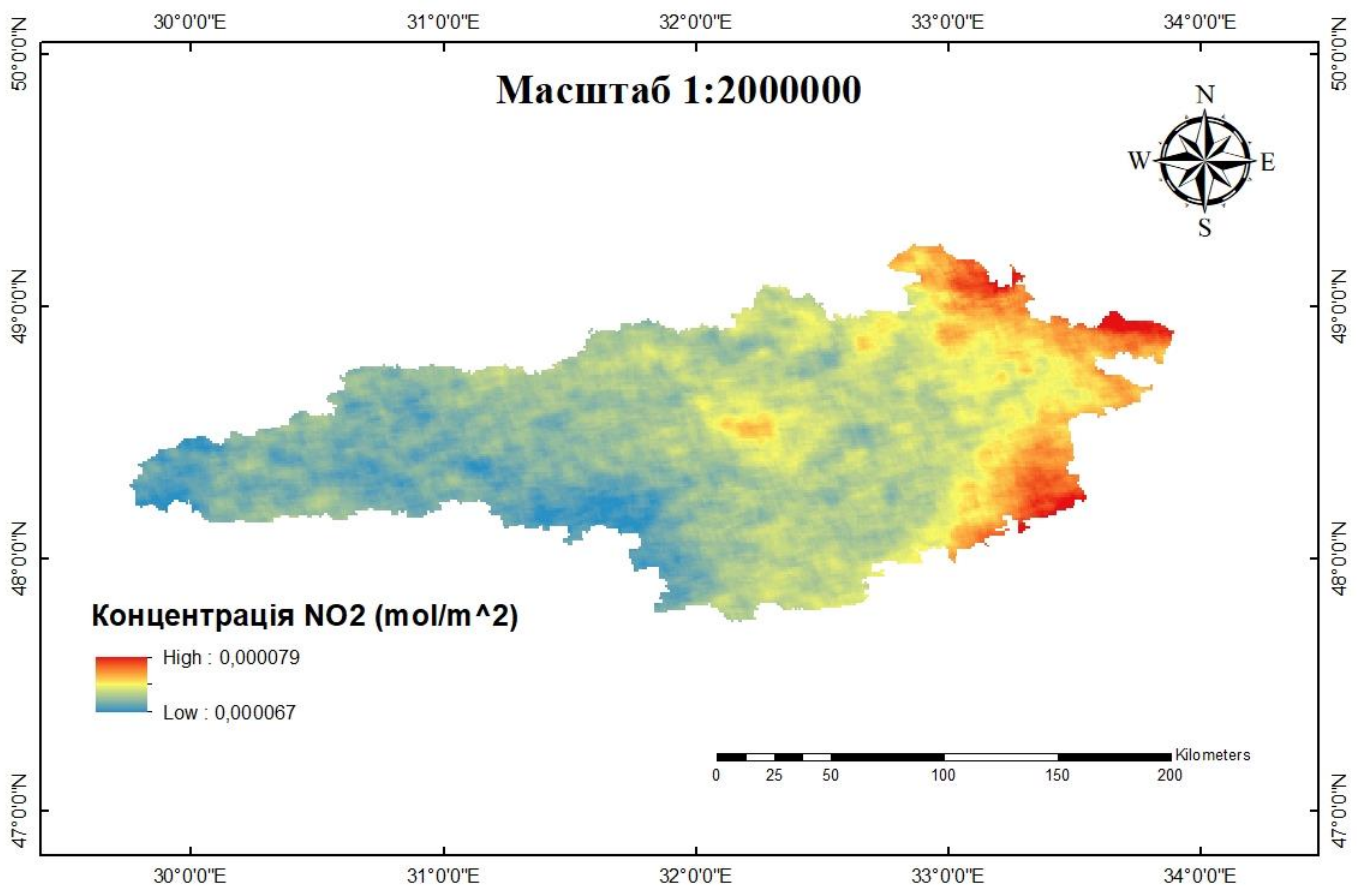


Рис. 2.19. Динаміка середньої концентрація діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2020 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2021 рік (Рис. 2.20.) видно, що найбільші концентрації діоксид азоту були 0,00009 mol/m². Найменші концентрації діоксид азоту були 0,00007 mol/m². Як і в попередні роки найбільші концентрації діоксид азоту були на північному сході Кіровоградської області, та південному сході Кіровоградської області, а також трошки менші на сході Кіровоградської області. В центральній та західній частині Кіровоградської області були менші (мінімальні) концентрації діоксид азоту.

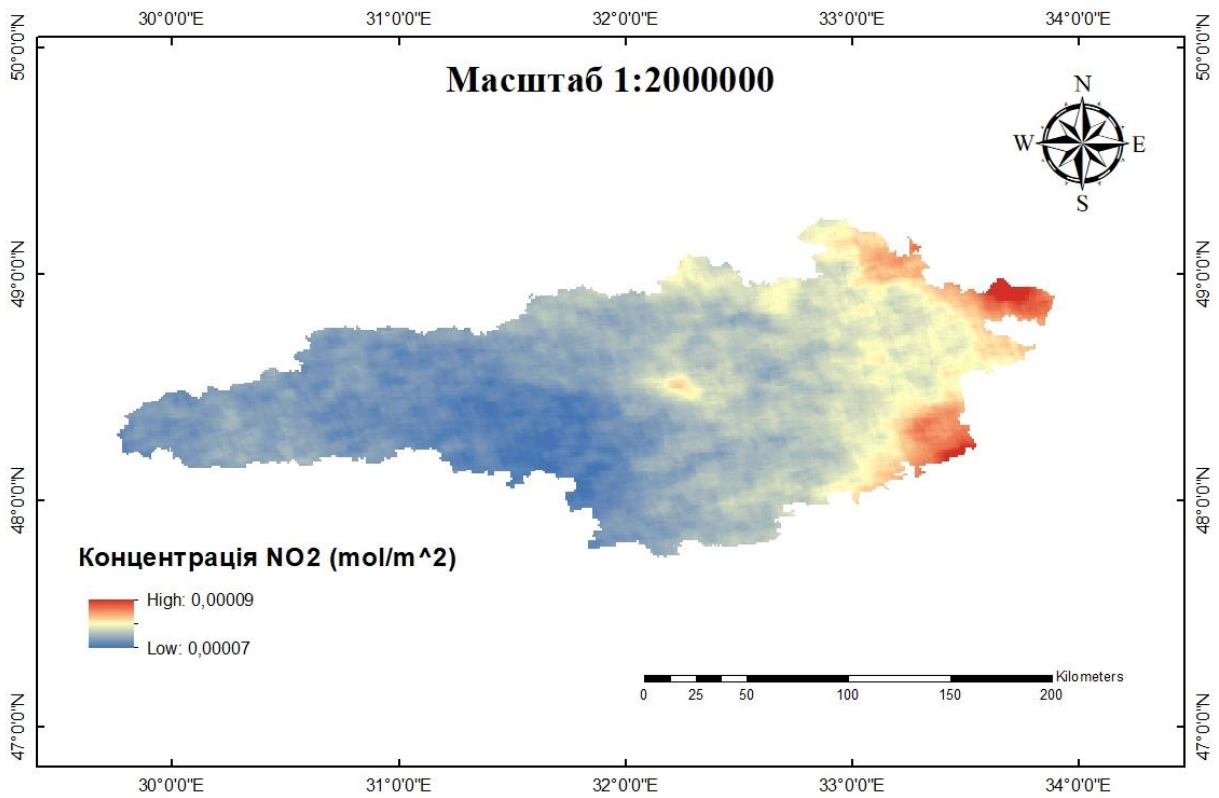


Рис. 2.20. Динаміка середньої концентрація діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2021 рік

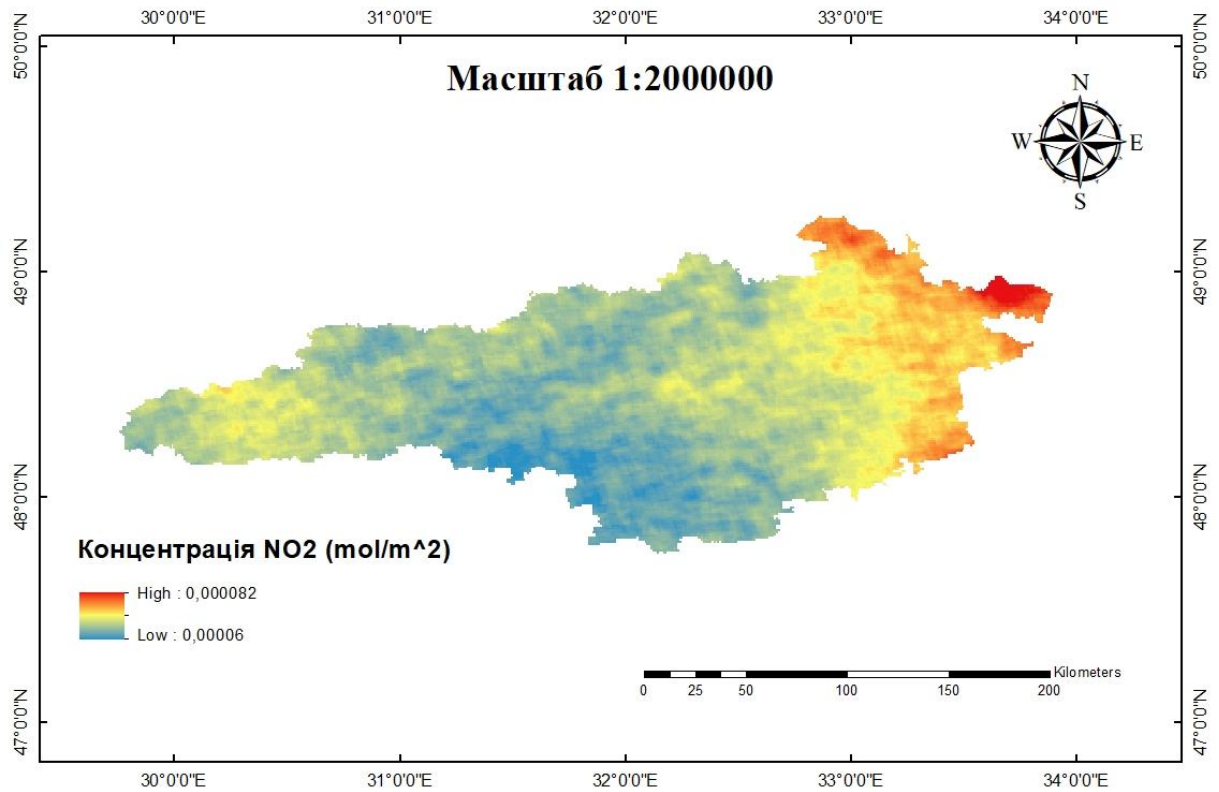


Рис. 2.21. Динаміка середньої концентрація діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2022 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області за 2022 рік (Рис. 2.21.) видно, що найменші концентрації діоксид азоту були 0,00006 mol/m². Найбільші концентрації діоксид азоту були 0,000082 mol/m². У східній частині Кіровоградської області концентрації діоксид азоту були найбільшими, а саме на північному сході Кіровоградської області. Порівняно з іншими роками концентрація діоксид азоту (NO₂) в західній частині Кіровоградської локально (точково) має середні концентрації діоксид азоту, так само і в центральній частині Кіровоградської області. Найменші у південній частині Кіровоградської області.

Згідно даних з Google Earth Engine, для кожного року з 2019-2022, були взяті дані середніх концентрацій діоксид азоту протягом 12 місяців кожного року і вони були внесені в таблицю (Таблиця 2.4) і з них був побудований графік (Рис. 2.22.).

Таблиця 2.4

Вхідні дані середніх концентрацій діоксид азоту в атмосфері для Кіровоградської області в період з 2019-2022 років протягом кожних 12 місяців

Місяці	2019	2020	2021	2022
-	mol/m²			
1	0,000078	0,000053	0,000074	0,000073
2	0,000066	0,00006	0,000068	0,000069
3	0,00007	0,000069	0,000069	0,000061
4	0,000081	0,000068	0,000076	0,000072
5	0,000081	0,000073	0,000074	0,000078
6	0,000087	0,00008	0,00008	0,000081
7	0,000078	0,000079	0,000082	0,000079
8	0,000079	0,000078	0,000081	0,000079
9	0,000077	0,000077	0,000074	0,000071
10	0,000066	0,000074	0,000077	0,000062
11	0,000067	0,000056	0,000066	0,000069
12	0,000058	0,000079	0,000074	0,000063

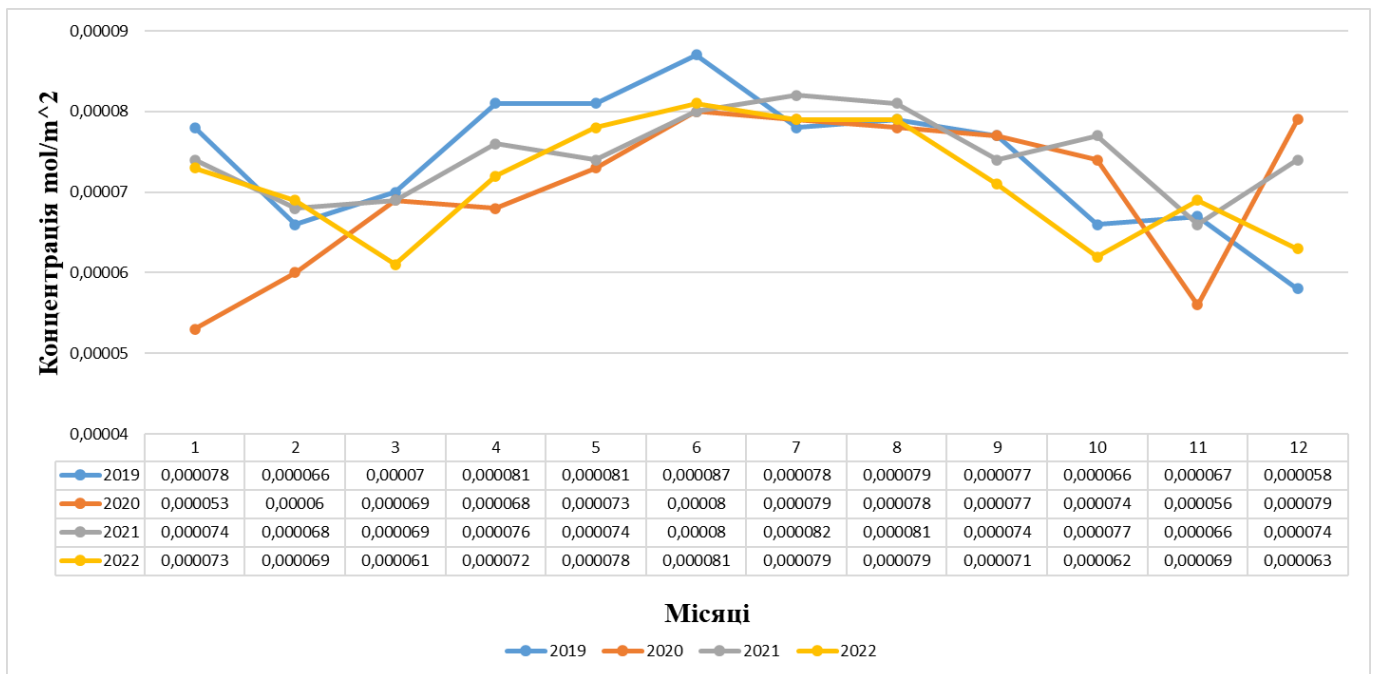


Рис. 2.22. Динаміка середніх концентрацій діоксид азоту в атмосфері для Кіровоградської області в період з 2019-2022 років протягом кожних 12 місяців

Згідно даних Google Earth Engine, було згенеровано таблиці зі значеннями концентрації NO₂ в mol/m², згідно яких за всі 4 роки найбільші значення були в червні (06) місяці, а найнижчі в лютому (02) та в листопаді (11) місяцях. Якщо, більш точно варто наголосити про динаміку середніх концентрації діоксид азоту (NO₂) з 2019 по 2022рр. У 2019 році в січні (01) середня концентрація діоксид азоту була 0,000078 mol/m², в лютому (02) знизилася середня концентрація діоксид азоту і становила 0,000066 mol/m². В березні (03) концентрація діоксид азоту трошки збільшилася і становила 0,00007 mol/m². В квітні (04) місяці почалося зростання концентрації діоксид азоту і концентрація становила 0,000081 mol/m², в травні (05) місяці концентрація діоксид азоту зберіглася, як і в квітні місяці становила 0,000081 mol/m². В червні (06) місяці концентрація діоксид азоту становила 0,000087 mol/m², тобто відбулося зростання, але в липні (07) місяці 2019 року почалося зниження концентрації діоксид азоту і вона становила 0,000078 mol/m². В серпні (08) місяці концентрація діоксид азоту трошки збільшилася і вона становила 0,000079 mol/m². У вересні (09) місяці концентрація діоксид азоту становила 0,000077 mol/m² і з вересня (09) місяця почало падіння концентрації діоксид азоту

в Кіровоградській області за 2019 рік. У жовтні (10) концентрація діоксид азоту становила $0,000066 \text{ mol/m}^2$. У листопаді (11) концентрація діоксид азоту становила $0,000067 \text{ mol/m}^2$. У грудні (12) концентрація діоксид азоту становила $0,000058 \text{ mol/m}^2$.

За 2020 рік концентрація діоксид азоту трошки різнилася. У січні (01) місяці концентрація діоксид азоту була $0,000053 \text{ mol/m}^2$. У лютому (02) місяці концентрація діоксид азоту $0,00006 \text{ mol/m}^2$, тобто концентрація почала збільшуватися. У березні (03) місяці концентрація діоксид азоту була $0,000069 \text{ mol/m}^2$. У квітні (04) місяці концентрація діоксид азоту була $0,000068 \text{ mol/m}^2$. У травні (05) місяці концентрація діоксид азоту була $0,000073 \text{ mol/m}^2$, що є більше ніж у попередні місяці 2020 року. У червні (06) місяці концентрація діоксид азоту була $0,00008 \text{ mol/m}^2$, що є більше ніж у травні місяці. У липні (07) місяці концентрація діоксид азоту була трошки менша ніж у червні (06) місяці і вона становила $0,000079 \text{ mol/m}^2$. З серпня (08) місяця по листопад (11) місяць концентрація діоксид азоту продовжувала знижуватися. А саме; у серпні (08) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000078 \text{ mol/m}^2$. У вересні (09) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000077 \text{ mol/m}^2$, як і в 2019 році в тому ж самому місяці. У жовтні (10) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000074 \text{ mol/m}^2$, що є більшим ніж у тому самому місяці 2019 року. У листопаді (11) місяці концентрація діоксид азоту у Кіровоградській області становила $0,000056 \text{ mol/m}^2$, що є меншим ніж у тому ж самому місяці 2019 року. Після поступового падіння концентрації діоксид азоту протягом періоду з серпня (08) по листопад (11) 2020 року, почалося збільшення і у грудні (12) місяці 2020 року концентрація діоксиду азоту становила $0,000079 \text{ mol/m}^2$.

За 2021 рік динаміка середніх концентрації діоксид азоту (NO₂) Кіровоградської області, різнилася ніж у попередні роки. У січні (01) місяці середня концентрація діоксид азоту становила $0,000074 \text{ mol/m}^2$, що є більше ніж у тому самому місяці 2020 року. Протягом року концентрація діоксиду азоту коливалася у близьких масштабах. У лютому (02) місяці 2021 року концентрація діоксид азоту становила $0,000068 \text{ mol/m}^2$. У березні (03) місяці концентрація діоксид азоту

становила $0,000069 \text{ mol/m}^2$. У квітні (04) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000076 \text{ mol/m}^2$. У травні (05) місяці концентрація діоксид азоту становить $0,000074 \text{ mol/m}^2$. В літній період були найвищі концентрації діоксид азоту за 2021 рік. У червні (06) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,00008 \text{ mol/m}^2$. У липні (07) місяці концентрація діоксид азоту була $0,000082 \text{ mol/m}^2$, що є найбільшим показником за 2021 рік. У серпні (08) місяці концентрація діоксид азоту була $0,000081 \text{ mol/m}^2$. Потім почалося зменшення, але продовжило своє коливання у близьких значеннях. У вересні (09) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000074 \text{ mol/m}^2$. У жовтні (10) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000077 \text{ mol/m}^2$. У листопаді (11) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000066 \text{ mol/m}^2$, що є більшим ніж у той самий період у 2020 році. У грудні (12) місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000074 \text{ mol/m}^2$, що є трошки меншим ніж за той самий період 2020 року.

За 2022 рік динаміка середніх концентрації діоксид азоту (NO_2) Кіровоградської області, різнилася ніж у попередні роки. У січні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000073 \text{ mol/m}^2$, що майже співпадає з тим самим періодом, що і у 2021 році. У лютому місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000069 \text{ mol/m}^2$, що є трошки більше ніж у той самий період за 2021 рік. У березні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000061 \text{ mol/m}^2$, що є найнижчим за роки спостереження з 2019 по 2022 роки. У квітні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000072 \text{ mol/m}^2$, в порівнянні з 2021 роком, концентрація діоксид азоту стала меншою. У травні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000078 \text{ mol/m}^2$, в порівнянні з 2021 роком, концентрація діоксид азоту стала трошки більшою. З червня по серпень – самі максимальні концентрації діоксид азоту. У червні місяці вона становила $0,000081 \text{ mol/m}^2$, в порівнянні з 2021 роком, концентрація діоксид азоту стала трохи більшою. У липні та серпні місяці концентрація діоксид азоту становила аналогічні $0,000079 \text{ mol/m}^2$ в порівнянні з попереднім роком концентрація діоксид азоту зменшилася. У вересні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000071 \text{ mol/m}^2$, а у жовтні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000062 \text{ mol/m}^2$, як у порівнянні з

аналогічними періодами 2021 року, концентрація діоксид азоту зменшилася. У листопаді місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000069 \text{ mol/m}^2$, а у грудні місяці концентрація діоксид азоту становила $0,000063 \text{ mol/m}^2$.

2.2.3. Методика визначення концентрації метану в атмосфері

За допомогою онлайн платформи Google Earth Engine [58], було знайдено знімки супутника SENTINEL 5-P середньої концентрації метану (CH_4) в атмосфері, для регіону інтересу – Кіровоградської області, використовуючи колекцію “Sentinel-5P OFFL CH_4 : Offline Methane”. [63] Після пошуку знімків, їх було обрізано під shapfile, також були згенеровані таблиці місячних середніх концентрації метану (CH_4), протягом 4 років з 2019-2022, та перенесення даних до таблиці Excel. Знімки були завантажені у форматі .tif. За допомогою програми для дешифрування космічних знімків ArcGis, було оброблено знімки: 1) Відкриття файлів знімків в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis; 2) Відкриття shapfile регіону інтересу – Кіровоградська область в форматі .shp, в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis; 3) Використання застосунку Clip (Data Management) в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis, для обрізання знімку під наш shapfile регіону інтересу – Кіровоградська область; 4) Створення чотирьох карт в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis. [61] Наступним етапом, за допомогою програми Excel, переведення табличних даних, та створення графіку зміни середньої концентрації метану (CH_4) для регіону інтересу – Кіровоградської області.

2.2.4. Визначення концентрації метану в атмосфері

За допомогою онлайн платформи Google Earth Engine, було знайдено знімки супутника SENTINEL 5-P середньої концентрації метану (CH_4) для регіону інтересу – Кіровоградської області. Серед параметрів було закладено часовий інтервал 12 місяців, тобто пошук знімків за 4 роки, за 2019, 2020, 2021 та 2022.

В онлайн платформі Google Earth Engine, було згенеровано таблиці місячних середніх концентрацій метану (CH_4) для регіону інтересу – Кіровоградської області, за 12 місяців, для років: 2019, 2020, 2021 та 2022. Дані цих таблиць були перенесені в програму Excel, де була згенерована таблиця.

Було створено карти в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis, концентрацій метану (CH_4) в атмосфері, для 2019, 2020, 2021 та 2022 років.

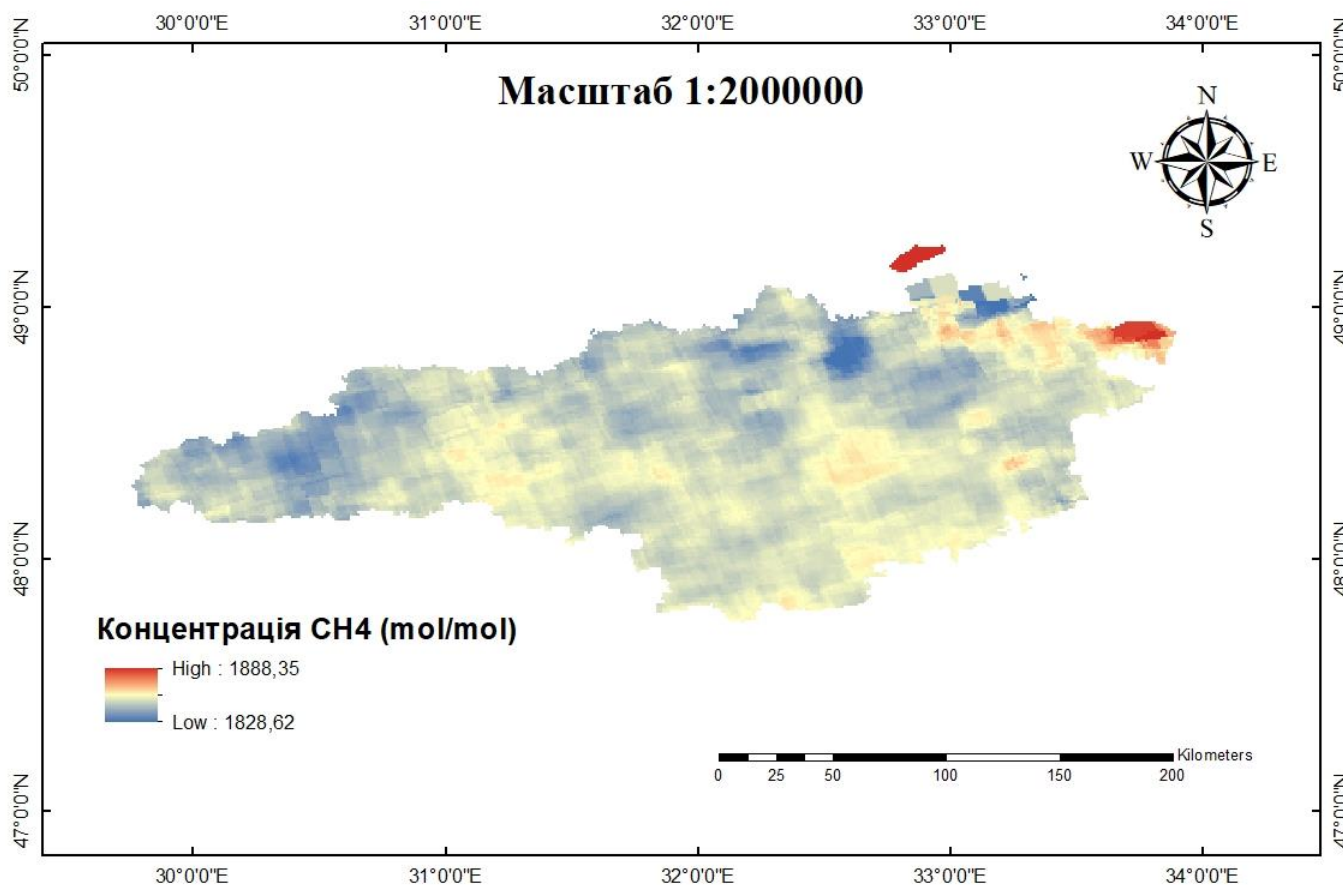


Рис. 2.23. Динаміка середньої концентрації метану (CH_4) Кіровоградської області за 2019 рік

Згідно результатів динаміка середньої концентрації метану (CH_4) Кіровоградської області за 2019 рік (Рис. 2.23.), було встановлено, що максимальна середня концентрація метану у Кіровоградській області за 2019 рік становила 1888,35 mol/mol. Мінімальна середня концентрація метану у Кіровоградській області становила 1828,62 mol/mol. Найбільші концентрації були на північному

сході Кіровоградської області. Переважає на території Кіровоградської області середні концентрації метану. Мінімальні концентрації метану у Кіровоградській області на карті 2019 року були локальні (точкові) в центрі та на заходів Кіровоградської області.

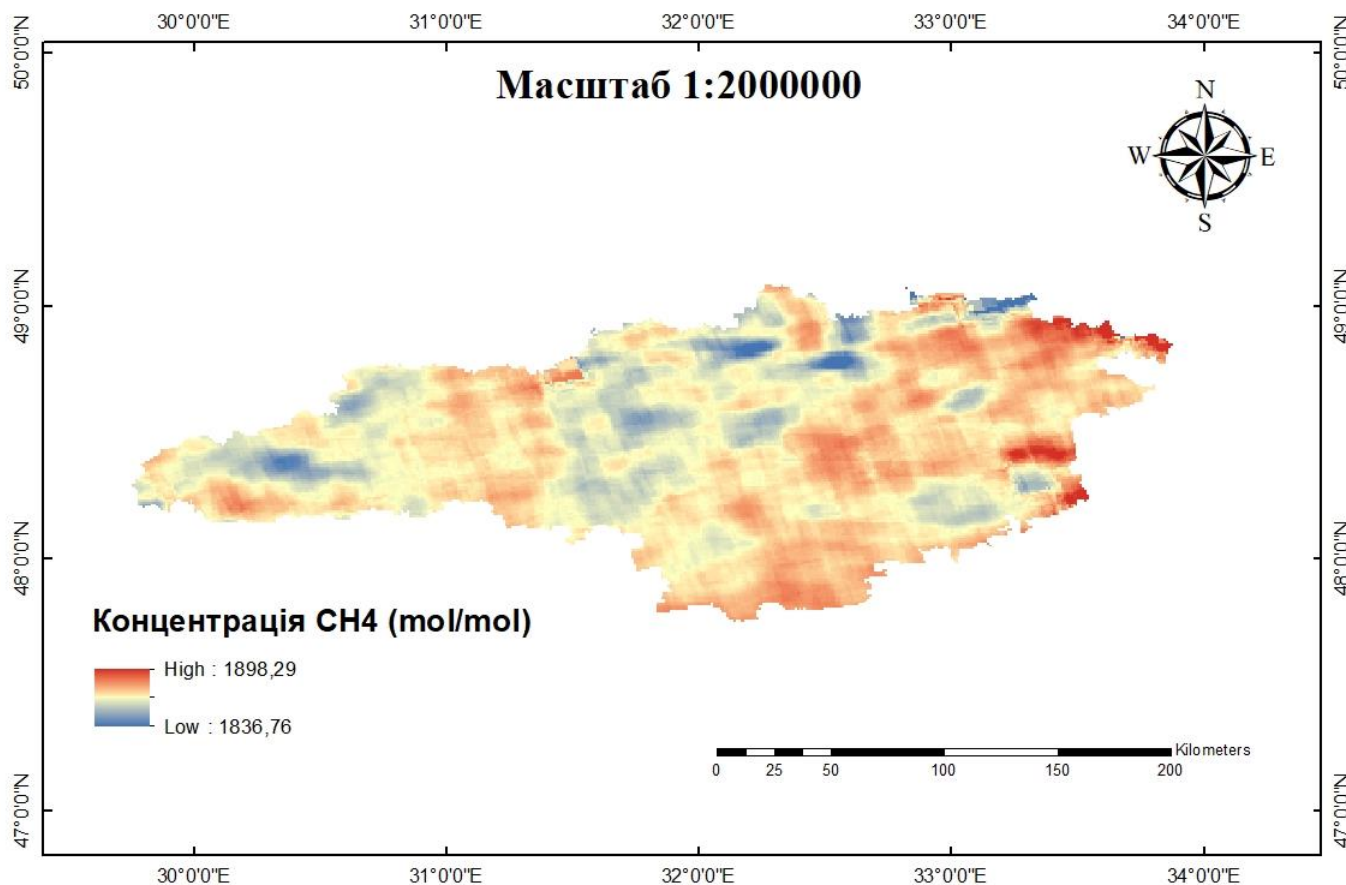


Рис. 2.24. Динаміка середньої концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області за 2020 рік

Згідно результатів динаміка середньої концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області за 2020 рік (Рис. 2.24.), було встановлено, що найменші середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1836,76 mol/mol. Найбільші середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1898,29 mol/mol. Найбільші середні концентрації метану у Кіровоградській області більше переважають по всій Кіровоградській області. Далі йдуть середні концентрації метану у Кіровоградській області. Найменші середні концентрації метану у

Кіровоградській області були локально (точково) в центрі, на заході та на півночі Кіровоградської області. Порівнюючи з 2019 роком, середні концентрації метану збільшилися. Це може бути пов'язано з зупинкою промисловості у Кіровоградській області з причини початку коронавірусної пандемії.

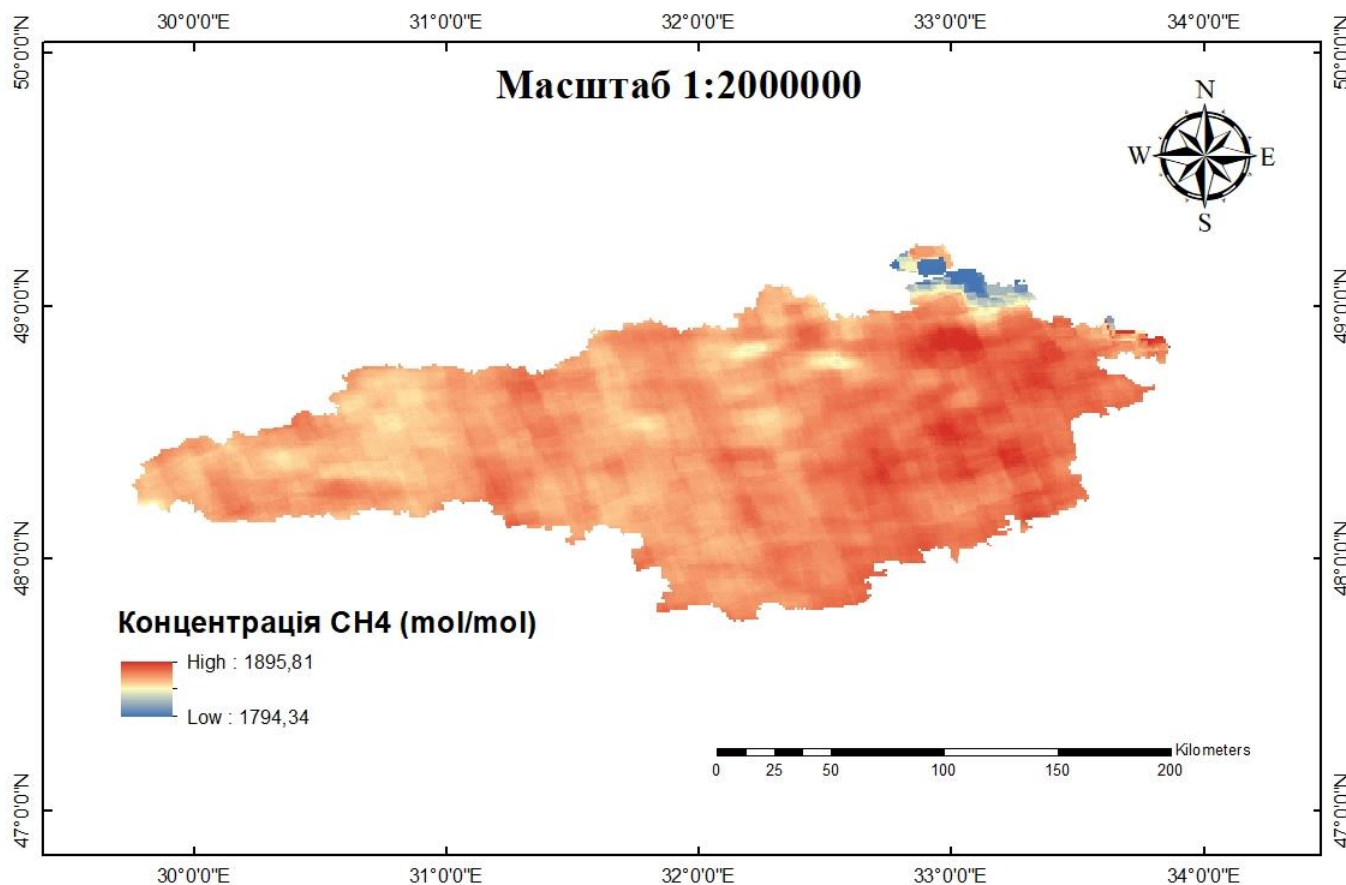


Рис. 2.25. Динаміка середньої концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області за 2021 рік

Згідно результатів динаміка середньої концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області за 2021 рік (Рис. 2.25.), було встановлено, що максимальні середні концентрації метану у Кіровоградській області були 1895,81 mol/mol. Мінімальні середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1794,34 mol/mol. Максимальні середні концентрації метану у Кіровоградській області були переважно по всій Кіровоградській області. Середні концентрації метану у Кіровоградській області були локальні (точкові) по всій Кіровоградській

області. Лише мінімальні концентрації метану локально були на північному сході Кіровоградської області. В порівнянні з іншими роками (2019 та 2020 років), середні концентрації стали більшими.

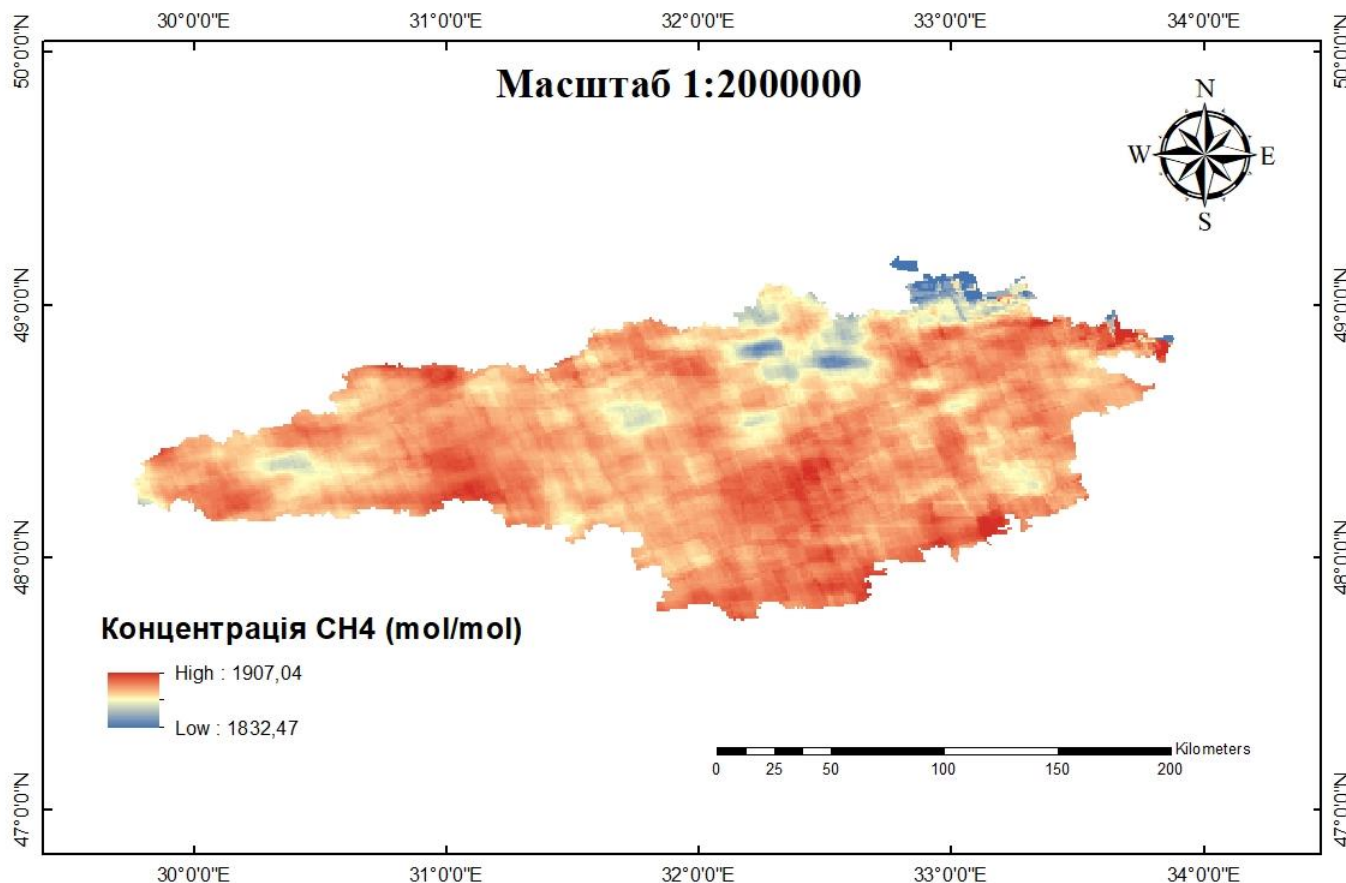


Рис. 2.26. Динаміка середньої концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області за 2022 рік

Згідно результатів динаміка середньої концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області за 2022 рік (Рис. 2.26.), було встановлено, що найменші середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1832,47 mol/mol. Найбільші середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1907,04 mol/mol. Найменші середні концентрації метану у Кіровоградській області були локально (точково) на півночі та на північному сході Кіровоградської області. Локально (точково) середні концентрації метану були по всій Кіровоградській області. Найбільші середні концентрації метану були по всій Кіровоградській

області. В порівнянні з попередніми роками (2019, 2020, 2021) були найбільші максимальні концентрації метану і вони становили 1907,04 mol/mol.

Згідно даних з Google Earth Engine, для кожного року з 2019-2022, були взяті дані середніх концентрацій метану протягом 12 місяців кожного року і вони були внесені в таблицю (Таблиця 2.5) і з них був побудований графік (Рис. 2.27.).

Таблиця 2.5

Вхідні дані середніх концентрацій метану в атмосфері для Кіровоградської області в період з 2019-2022 років протягом кожних 12 місяців

Months	2019	2020	2021	2022
-	mol/mol			
1	1857,62	1857,61	1880,563	1897,618
2	1845,53	1856,125	1869,577	1884,357
3	1850,191	1856,585	1868,655	1883,335
4	1853,52	1863,876	1878,426	1874,092
5	1845,699	1868,105	1870,836	1877,819
6	1850,656	1857,341	1879,455	1866,444
7	1847,864	1858,971	1862,554	1872,876
8	1854,229	1873,024	1871,259	1895,141
9	1876,127	1877,232	1879,653	1893,832
10	1863,467	1882,09	1895,105	1896,297
11	1857,565	1871,986	1895,588	1889,275

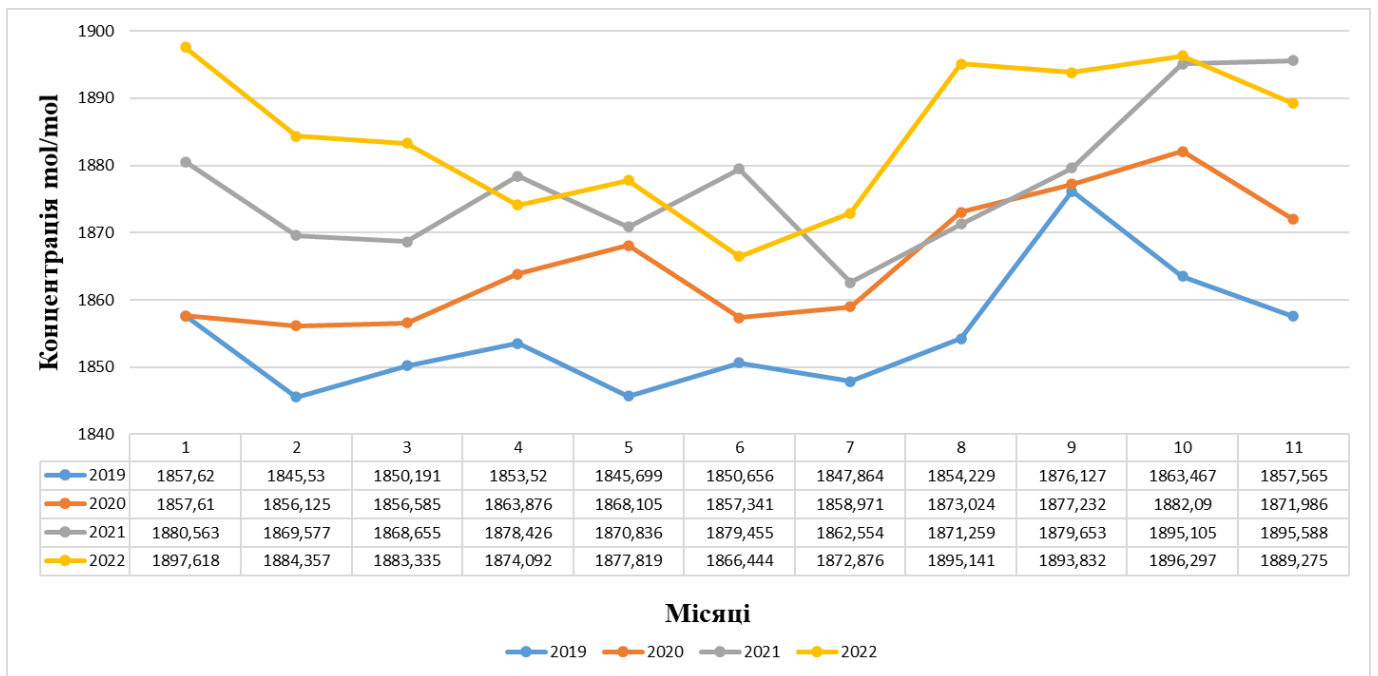


Рис. 2.27. Динаміка середніх концентрації метану (CH₄) Кіровоградської області з 2019 по 2022рр

Згідно результатів середні концентрації метану в атмосфері у Кіровоградській області з 2019 по 2022 років, різнилися. Дані з колекції супутника Sentinel-5P включали в себе дані в період з січня (01) місяця по листопад (11) місяць. Дані за грудень (12) місяць відсутні.

У 2019 році, у січні (01) місяці середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1857,62 mol/mol. У лютому (02) місяці середні концентрації метану у Кіровоградській області становили 1845,53 mol/mol. В порівнянні з січнем (01) місяцем та лютим (02) місяцем концентрація метану зменшилася. У березні (03) місяці середня концентрація метану у Кіровоградській області збільшилася і становила 1850,191 mol/mol. У квітні (04) місяці середні концентрації метану продовжили збільшуватися в порівнянні з березнем (03) місяцем і вона становила 1853,52 mol/mol. У травні (05) місяці середня концентрація метану зменшилася в порівнянні з квітнем (04) місяцем і вона становила 1845,699 mol/mol. У червні (06) місяці середня концентрація метану збільшилася в порівнянні з попереднім місяцем і вона становила 1850,656 mol/mol. У липні (07) місяці середня концентрація метану становила 1847,864 mol/mol, тобто концентрація зменшилася. У серпні (08) місяці

середня концентрація метану в порівнянні з попереднім місяцем збільшилася і вона становила 1854,229 mol/mol. У вересні (09) місяці середня концентрація метану збільшилася і вона становила 1876,127, тобто є збільшення в порівнянні з минулим місяцем. У жовтні (10) місяці і у листопаді (11) місяці середня концентрація метану почала знижуватися і аналогічно у жовтні (10) місяці 1863,467 mol/mol, та у листопаді (11) місяці 1857,565 mol/mol.

У 2020 році у січні (01) місяці середня концентрація метану становила 1857,61 mol/mol. У лютому (02) місяці середня концентрація метану становила 1856,125 mol/mol. У березні (03) місяці середня концентрація метану становила 1856,585 mol/mol, тобто за останні місяці середня концентрація метану в приземній атмосфері Кіровоградської області була сталою. У квітні (04) місяці 2020 року середня концентрація метану становила 1863,876 mol/mol. У травні (05) місяці 2020 року середня концентрація метану становила 1868,105 mol/mol. У червні (06) місяці 2020 року середня концентрація метану в атмосфері становила 1857,341 mol/mol. У липні (07) місяці 2020 року середня концентрація метану в атмосфері становила 1858,971 mol/mol. У серпні (08) місяці 2020 року середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1873,024 mol/mol. У вересні (09) місяці 2020 року середня концентрація метану становила 1877,232 mol/mol. У жовтні (10) місяці середня концентрація метану становила 1882,09 mol/mol. У листопаді (11) місяці середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1871,986 mol/mol. Немає даних за грудень (12) місяць. Якщо поглянути на 2020 рік, видно що концентрації коливалися стабільно у 1му кварталі (1-3 місяці) були сталі показники. Потім почалося зростання. Найбільші показники концентрації метану були з жовтня (08) місяця до листопада (11) місяця.

У 2021 році, у січні (01) місяці середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області була 1880,563 mol/mol. У лютому (02) місяці 2021 року середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1869,577 mol/mol. У березні (03) місяці 2021 року середня концентрація метану була 1868,655 mol/mol. У квітні (04) місяці 2021 року середня концентрація метану в атмосфері області становила 1878,426 mol/mol. У травні (05) місяці 2021 року

середня концентрація метану була 1870,836 mol/mol. У червні (06) місяці середня концентрація метану в атмосфері становила 1879,455 mol/mol. У липні (07) місяці 2021 року середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області була 1862,554 mol/mol. У серпні (08) місяці 2021 року середня концентрація метану становила 1871,259 mol/mol. У вересні (09) місяці 2021 року середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1879,653 mol/mol. У жовтні (10) місяці середня концентрація метану становила 1895,105 mol/mol. У листопаді (11) місяці середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1895,588 mol/mol.

Якщо порівнювати зміни за цілий рік (2021), можна сказати, що найбільші концентрації були у січні (01) місяці, жовтні (10) місяці та листопаді (11) місяці. Найменші середні концентрації метану в атмосфері Кіровоградської області були у лютому (2) місяці, березні (3) місяці та у липні (7) місяці.

У 2022 році, у січні (01) місяці середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1897,618 mol/mol. У лютому (02) місяці середня концентрація метану була 1884,357 mol/mol. У березні (03) місяці середня концентрація метану в атмосфері становила 1883,335 mol/mol. У квітні (04) місяці середня концентрація метану становила 1874,092 mol/mol. У травні (05) місяці 2022 року середня концентрація метану в атмосфері була 1877,819 mol/mol. У червні (06) місяці 2022 року середня концентрація метану становила 1866,444 mol/mol. У липні (07) місяці 2022 року середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області була 1872,876 mol/mol. У серпні (08) місяці 2022 року середня концентрація метану становила 1895,141 mol/mol. У вересні (09) місяці 2022 року середня концентрація метану в атмосфері області була 1893,832 mol/mol. У жовтні (10) місяці середня концентрація метану становила 1896,297 mol/mol. У листопаді (11) місяці середня концентрація метану в атмосфері Кіровоградської області становила 1889,275 mol/mol.

Якщо порівнювати зміни за цілий рік, можна сказати, що найбільші середні концентрації метану в атмосфері у Кіровоградській області були у січні (1), серпні (8), вересні (9), жовтні (10), листопаді (11) місяцях, найменші середні концентрації

метану в атмосфері Кіровоградської області були з квітні (4) по липень (7) місяці 2022 року.

З роботи видно, що концентрації метану в атмосфері Кіровоградської області збільшуються в останні роки та продовжуватимуть зростати, це все спричинено глобальними чинниками, тобто тенденція по всьому світу. [64]

2.2.5. Методика визначення концентрації монооксид вуглецю в атмосфері

За допомогою онлайн платформи Google Earth Engine [58], було знайдено знімки супутника SENTINEL 5-P середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) в атмосфері, для регіону інтересу – Кіровоградської області, використовуючи колекцію “Sentinel-5P NRTI CO: Near Real-Time Carbon Monoxide”. [65] Після пошуку знімків, їх було обрізано під shapefile, також були згенеровані таблиці місячних середніх концентрації монооксид вуглецю (CO), протягом 4 років з 2019-2022, та перенесення даних до таблиці Excel. Знімки були завантажені у форматі .tif. За допомогою програми для дешифрування космічних знімків ArcGis, було оброблено знімки: 1) Відкриття файлів знімків в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis; 2) Відкриття shapefile регіону інтересу – Кіровоградська область в форматі .shp, в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis; 3) Використання застосунку Clip (Data Management) в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis, для обрізання знімку під наш shapefile регіону інтересу – Кіровоградська область; 4) Створення чотирьох карт в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis. [61] Наступним етапом, за допомогою програми Excel, переведення табличних даних, та створення графіку зміни середньої концентрації діоксид вуглецю (CO) для регіону інтересу – Кіровоградської області.

2.2.6. Визначення концентрацій монооксид вуглецю в атмосфері

За допомогою онлайн платформи Google Earth Engine, було знайдено знімки супутника SENTINEL 5-P середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) для

регіону інтересу – Кіровоградської області. Серед параметрів було закладено часовий інтервал 12 місяців, тобто пошук знімків за 4 роки, за 2019, 2020, 2021 та 2022.

В онлайн платформі Google Earth Engine, було згенеровано таблиці місячних середніх концентрацій монооксид вуглецю (CO) для регіону інтересу – Кіровоградської області, за 12 місяців, для років: 2019, 2020, 2021 та 2022. Дані цих таблиць були перенесені в програму Excel, де була згенерована таблиця.

Було створено карти в програмі для дешифрування космічних знімків ArcGis, концентрацій монооксид вуглецю (CO) в атмосфері, для 2019, 2020, 2021 та 2022 років.

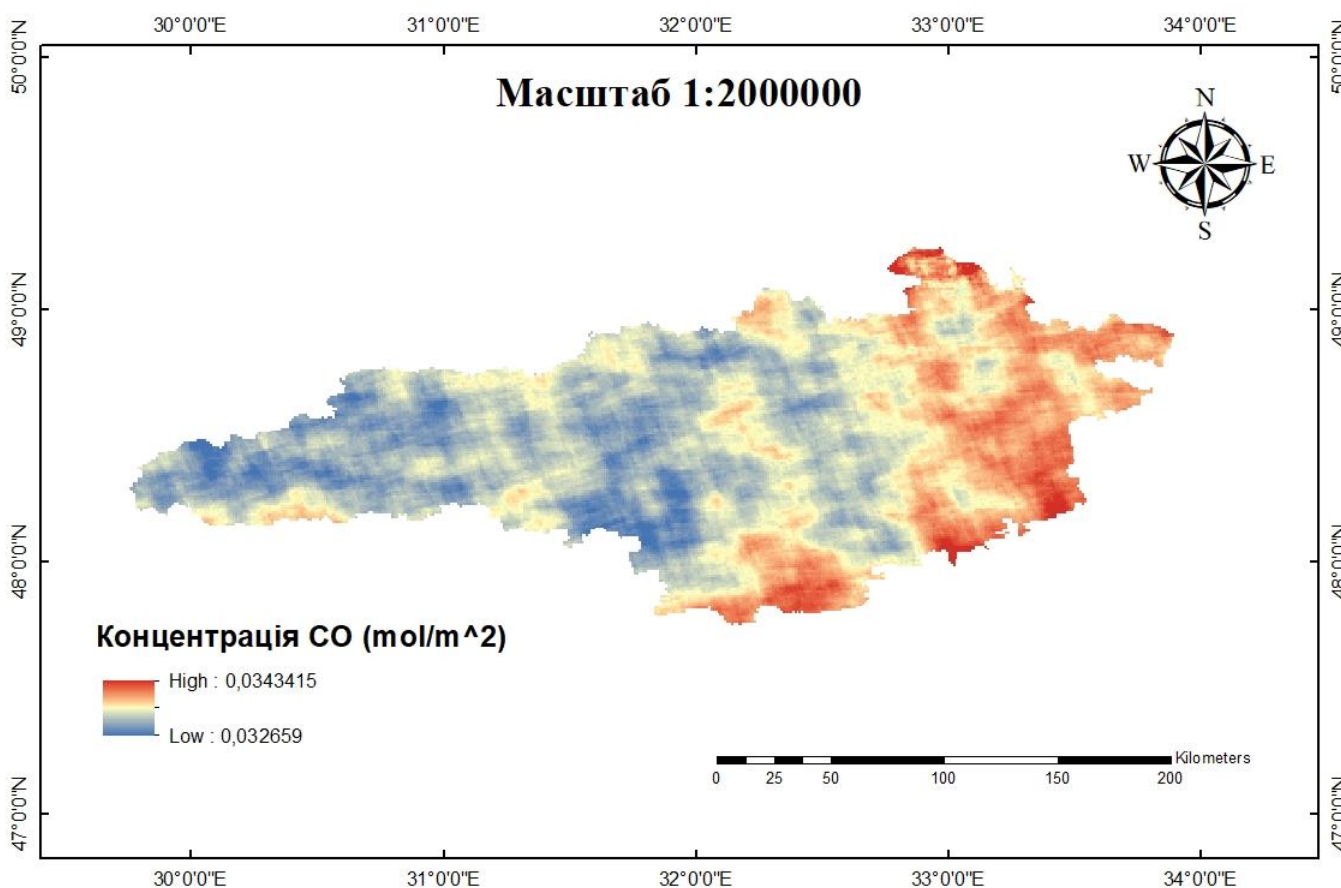


Рис. 2.28. Динаміка середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2019 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2019 рік (Рис. 2.28.) видно, що мінімальна середня концентрація монооксид вуглецю в Кіровоградській області становила $0,032659 \text{ mol/m}^2$. Максимальна середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0343415 \text{ mol/m}^2$. Найбільші середні мінімальні концентрації монооксид вуглецю були на заході Кіровоградської області та в центрі локально (точково) Кіровоградської області. Максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були на сході Кіровоградської області та частково на півдні Кіровоградської області.

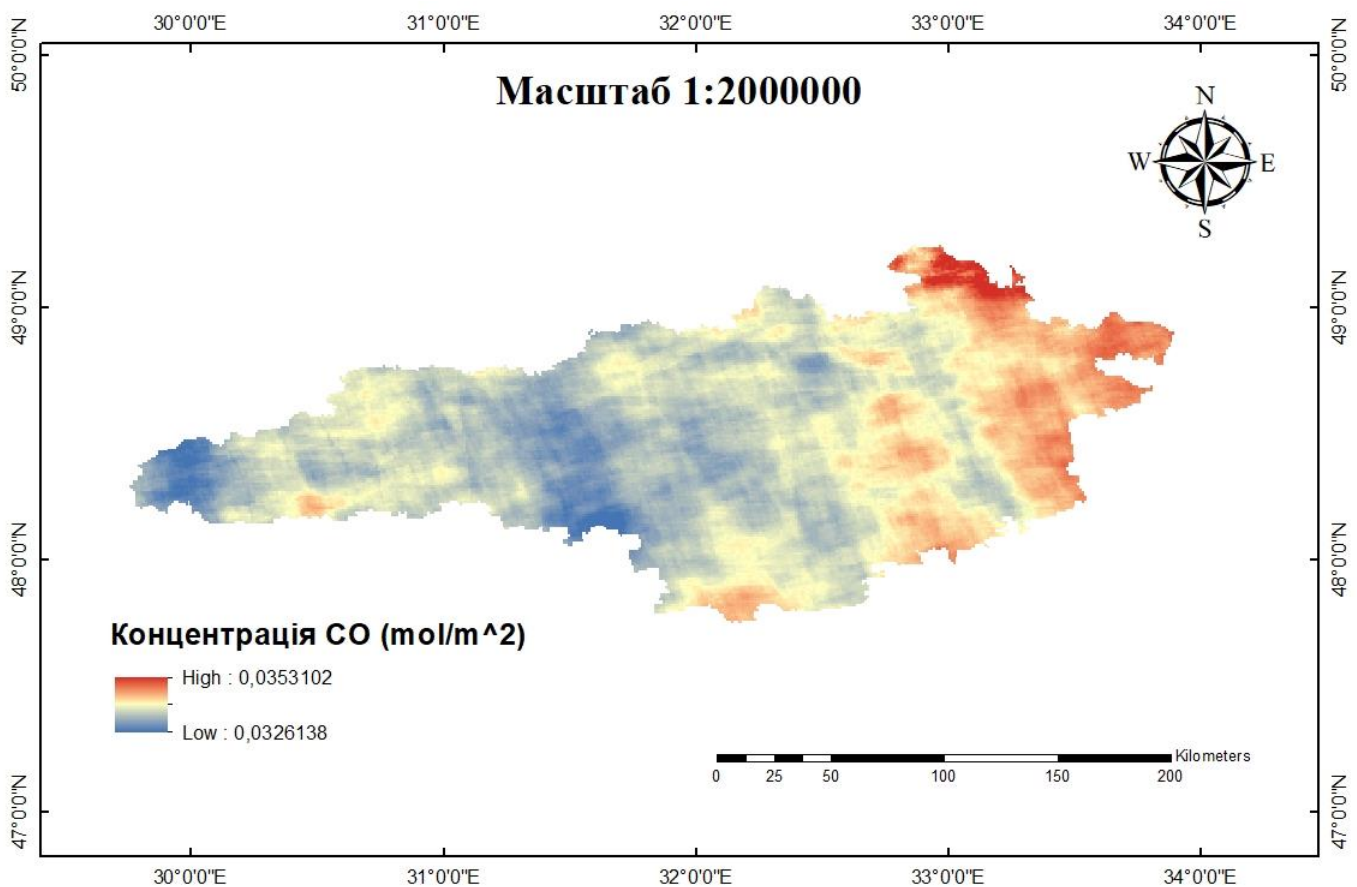


Рис. 2.29. Динаміка середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2020 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2020 рік (Рис. 2.29.) видно, що максимальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області становлять $0,0353102$

mol/m². Мінімальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області становлять 0,0326138 mol/m². Найбільші концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області були на сході Кіровоградської області, локально (точково) на півдні та на заході Кіровоградської області. Найменші середні концентрації монооксид вуглецю були на заході та в центральній частині кіровоградської області, але порівнюючи з 2019 роком стало більше середніх концентрацій монооксид вуглецю Кіровоградської області.

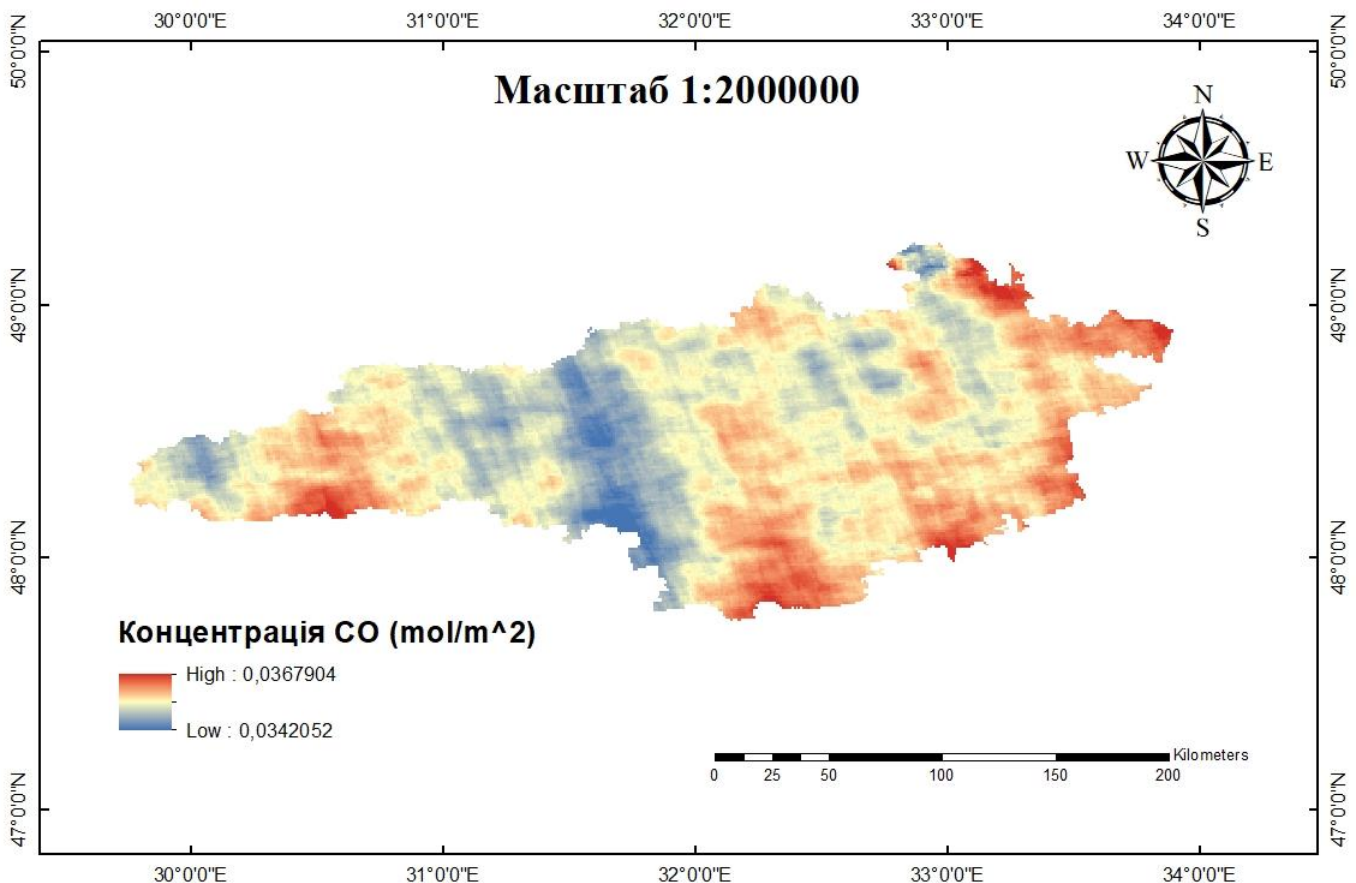


Рис. 2.30. Динаміка середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2021 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2021 рік (Рис. 2.30.) видно, що мінімальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області становили 0,0342052 mol/m². Максимальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській

обасті становили $0,0367904 \text{ mol/m}^2$. Найбільші середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області були на сході, в центрі та частково на заході Кіровоградської області. Також на заході присутні мінімальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області. Якщо порівнювати з попередніми роками, такими як 2029 та 2020, видно, що концентрація монооксид азоту зростає.

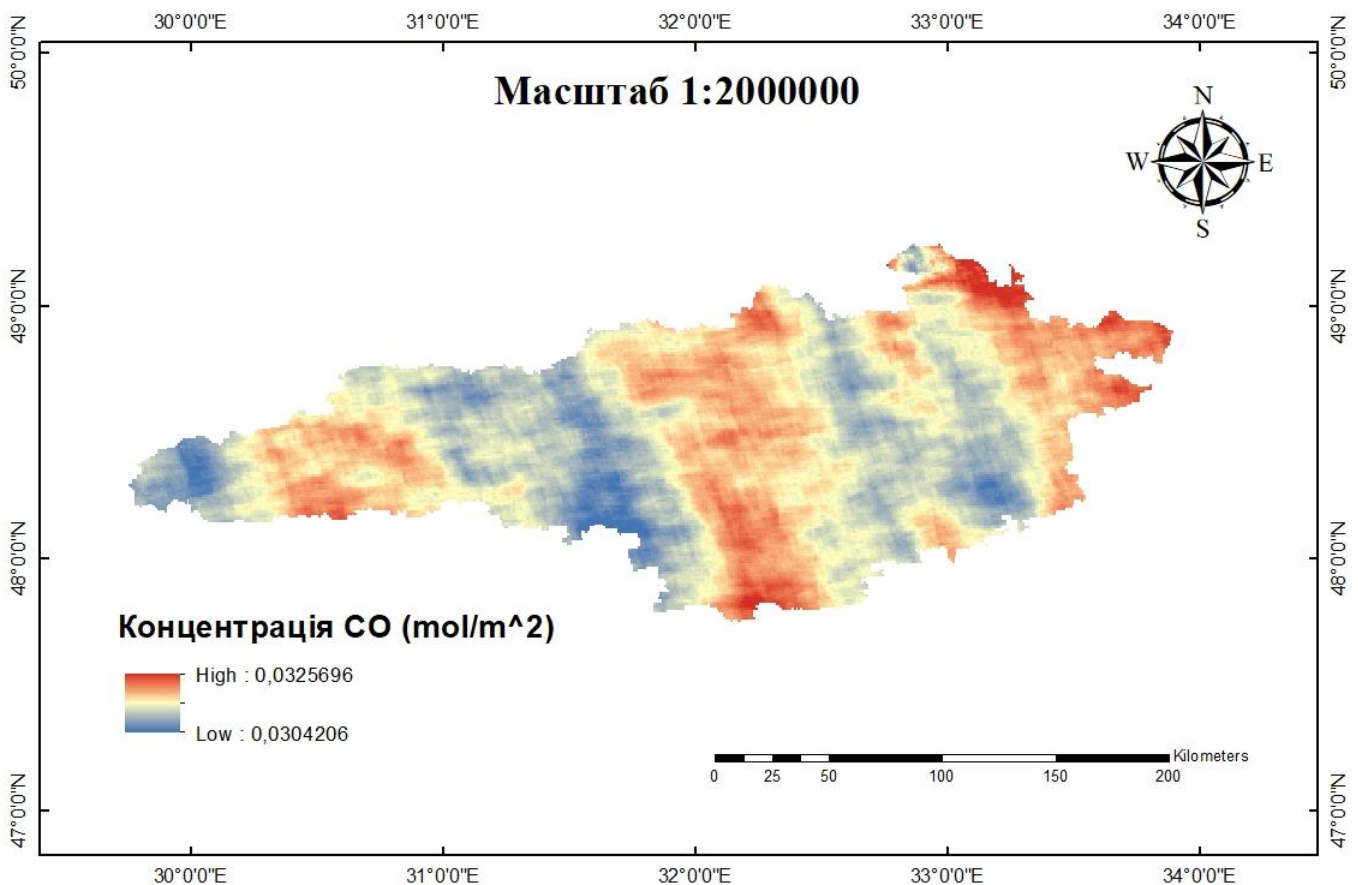


Рис. 2.31. Динаміка середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2022 рік

Згідно результатів динаміки середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області за 2022 рік (Рис. 2.31.) видно, що максимальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області становили $0,0325696 \text{ mol/m}^2$. Мінімальні середні концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області становили $0,0304206 \text{ mol/m}^2$. Найбільші середні концентрації монооксид вуглецю були на сході, в центрі та заході Кіровоградської області. Найменші середні

концентрації монооксид вуглецю у Кіровоградській області є на сході та на заході Кіровоградської області.

Згідно даних з Google Earth Engine, для кожного року з 2019-2022, були взяті дані середніх концентрацій монооксид вуглецю протягом 12 місяців кожного року і вони були внесені в таблицю (Таблиця 2.6) і з них був побудований графік (Рис. 2.32.).

Таблиця 2.6

Вхідні дані середніх концентрацій метану в атмосфері для Кіровоградської області в період з 2019-2022 років протягом кожних 12 місяців

Months	2019	2020	2021	2022
-	mol/m²			
1	0,0361	0,0349	0,0382	0,034
2	0,0359	0,0359	0,038	0,0355
3	0,0379	0,0372	0,039	0,037
4	0,0396	0,0394	0,0376	0,0348
5	0,0345	0,034	0,0331	0,0319
6	0,032	0,0308	0,0302	0,0288
7	0,0302	0,0284	0,0336	0,029
8	0,0318	0,0298	0,0398	0,0308
9	0,0328	0,0336	0,0375	0,0289
10	0,03	0,0342	0,0348	0,028
11	0,0314	0,0338	0,0327	0,0292
12	0,0328	0,0352	0,0336	0,031

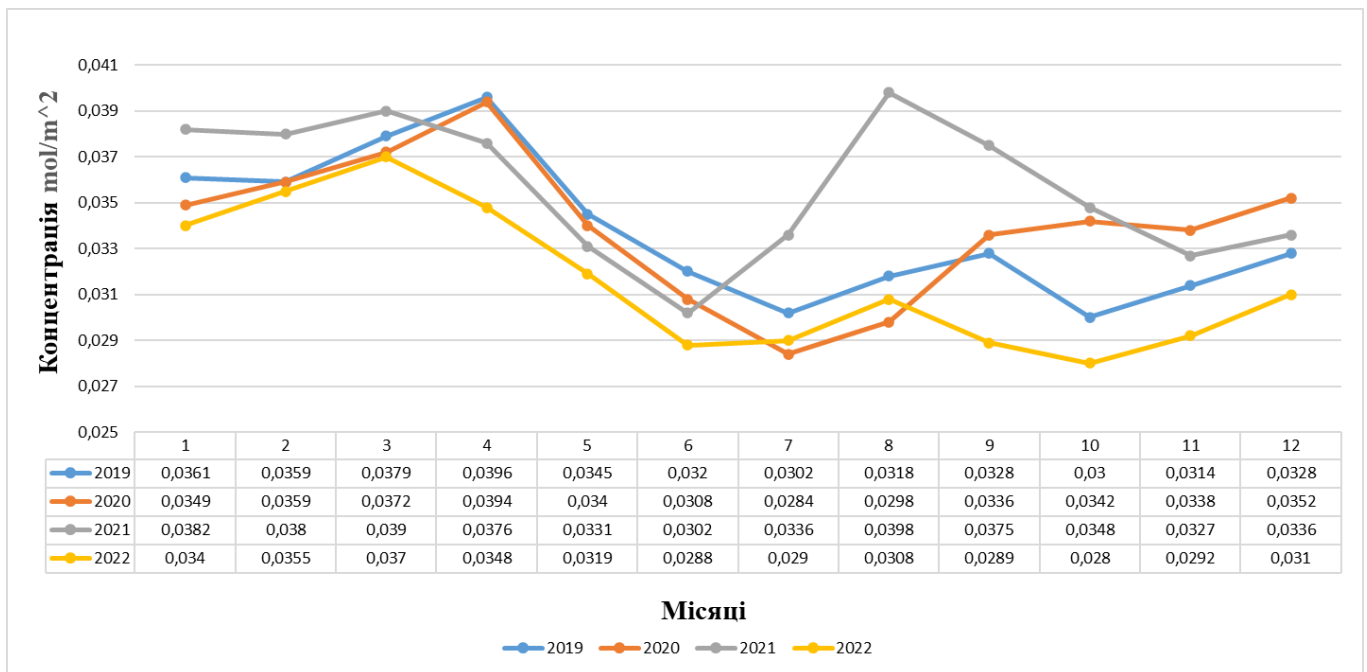


Рис. 2.32. Динаміка середніх концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області з 2019 по 2022рр

Результати динаміки середніх концентрації монооксид вуглецю (CO) Кіровоградської області з 2019 по 2022рр. У 2019 році, у січні (01) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становить 0,0361 mol/m². У лютому (02) місяці 2019 році середня концентрація монооксид вуглецю була 0,0359 mol/m². У березні (03) місяці 2019 році середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері області становила 0,0379 mol/m². У квітні (04) місяці 2019 року середня концентрація монооксид вуглецю була 0,0396 mol/m². У травні (05) місяці 2019 року середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила 0,0345 mol/m². У червні (06) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була 0,032 mol/m². У липні (07) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері становила 0,0302 mol/m². У серпні (08) місяці 2019 року середня концентрація монооксид вуглецю була 0,0318 mol/m². У вересні (09) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері області становила 0,0328 mol/m². У жовтні (10) місяці 2019 році середня концентрація монооксид вуглецю становила 0,03 mol/m². У листопаді (11) місяця 2019 року середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері області була 0,0314

mol/m². У грудні (12) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила 0,0328 mol/m².

У 2019 році найбільшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були з січня (01) місяця по травень (05) місяць включно. Найменшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були у липні (7), жовтні (10) та у листопаді (11) місяцях.

У 2020 році, у січні (01) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила 0,0349 mol/m². У лютому (02) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була 0,0359 mol/m². У березні (03) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила 0,0372 mol/m². У квітні (04) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області була 0,0394 mol/m². У травні (05) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила 0,034 mol/m². У червні (06) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в області була 0,0308 mol/m². У липні (07) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила 0,0284 mol/m². У серпні (08) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері області становила 0,0298 mol/m². У вересні (09) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була 0,0336 mol/m². У жовтні (10) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила 0,0342 mol/m². У листопаді (11) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була 0,0338 mol/m². У грудні (12) місяці 2020 року середня концентрація монооксид вуглецю становила 0,0352 mol/m².

У 2020 році найбільшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були з березня (03) місяця по квітень (04) місяць включно. Найменшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були у липні (7) та серпні (8) місяцях.

У 2021 році, у січні (01) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила 0,0382 mol/m². У лютому (02) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила 0,038 mol/m². У березні (03) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської

області становила $0,039 \text{ mol/m}^2$. У квітні (04) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,0376 \text{ mol/m}^2$. У травні (05) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері становила $0,0331 \text{ mol/m}^2$. У червні (06) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,0302 \text{ mol/m}^2$. У липні (07) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила $0,0336 \text{ mol/m}^2$. У серпні (08) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0398 \text{ mol/m}^2$. У вересні (09) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,0375 \text{ mol/m}^2$. У жовтні (10) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0348 \text{ mol/m}^2$. У листопаді (11) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0327 \text{ mol/m}^2$. У грудні (12) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0336 \text{ mol/m}^2$.

У 2021 році найбільшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були у січні (01), лютому (02), березні (03), квітні (04), серпні (08) та вересні (09) місяцях включно. Найменшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були у червні (6) та листопаді (11) місяцях.

У 2022 році, у січні (01) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила $0,034 \text{ mol/m}^2$. У лютому (02) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0355 \text{ mol/m}^2$. У березні (03) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері області була $0,037 \text{ mol/m}^2$. У квітні (04) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила $0,0348 \text{ mol/m}^2$. У травні (05) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,0319 \text{ mol/m}^2$. У червні (06) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0288 \text{ mol/m}^2$. У липні (07) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,029 \text{ mol/m}^2$. У серпні (08) місяці середня концентрація монооксид вуглецю становила $0,0308 \text{ mol/m}^2$. У вересні (09) місяці середня концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила $0,0289 \text{ mol/m}^2$. У жовтні (10) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,028 \text{ mol/m}^2$. У листопаді (11) місяці середня концентрація монооксид вуглецю була $0,0292 \text{ mol/m}^2$. У грудні (12) місяці середня

концентрація монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області становила $0,031 \text{ mol/m}^2$.

У 2022 році найбільшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були з січня (01) по березень (03) місяцях включно. Найменшими середніми концентраціями монооксид вуглецю в атмосфері Кіровоградської області були у липні (7), жовтні (10), та грудні (12) місяцях.

По графіку (Рис. 2.32.) видно, що у 2022 році були менші середні концентрації монооксид вуглецю ніж в інші роки. Найбільші середні концентрації були у 2021 році порівно з іншими роками.

2.3. Висновки до розділу

Середні температури земної поверхні за період з 2002 до 2022 рр. різняться від мінімальної $10,2^\circ\text{C}$ до максимальної $20,6^\circ\text{C}$ температури. Мінімальна середня температура спостерігається в зоні річки Дніпро, що є репрезентативним результатом. Максимальні середні температури спостерігаються у південній частині Кіровоградської області. Помірні середні температури спостерігаються в основному в північно-східній частині області та на заході точковими показниками. В центрі Кіровоградської області спостерігається мінімальні зміння в динаміці середніх температур.

Згідно результатів динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки різняться від $9,2^\circ\text{C}$ по $24,9^\circ\text{C}$. Якщо ж порівнювати знімки динаміки середньої температури земної поверхні переважно максимальні температури переважають на півдні та заході Кіровоградської області. Мінімальні температури переважають на півночі та на сході Кіровоградської області. Можна сказати що більш мінімальні температури спостерігаються в зоні річки Дніпро.

Згідно результатів різниці динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 - 2002, 2022 - 2007, 2022 – 2012, 2022 - 2017 роками різняться між -6°C по $+5,8^\circ\text{C}$. Якщо ж порівнювати знімки динаміки різниці

середньої температури земної поверхні переважно максимальні температури переважають на західній частині та локально (точково) по всій Кіровоградській області. Мінімальні температури переважають в центральній та східній, а також локально (точково) по всій Кіровоградській області.

В онлайн програмному застосунку Google Earth Engine було згенеровано таблиці даних за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки.

Згідно таблиць та побудованих графіків визначено, що температура Кіровоградської області для кожного року в межах $-16,07^{\circ}\text{C}$ - $39,245^{\circ}\text{C}$, У лютому 2012 року була найнижча температура $-11,14^{\circ}\text{C}$, а найвища - у липні 2007 $+36,6^{\circ}\text{C}$.

Згідно побудованих таблиць мінімальних, середніх та максимальних температур за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки (масив даних - 46 значень). Найнижча мінімальна температура була у 2012 році $-16,09^{\circ}\text{C}$, найвища мінімальна температура була зафіксована у 2022 році $-9,34^{\circ}\text{C}$.

Серед середніх значень найнижча середня температура була у 2012 році, а саме $15,69^{\circ}\text{C}$, найвища середня температура була у 2007 році, а саме $17,46^{\circ}\text{C}$.

Серед максимальних значень найнижча максимальна температура була у 2022 році, а саме $33,67^{\circ}\text{C}$, найвища максимальна температура була у 2007 році, а саме $39,25^{\circ}\text{C}$.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації діоксид азоту (NO_2) в приземній атмосфері Кіровоградської області за період з 2019 по 2022 рр. максимальна концентрація NO_2 була в 2021 році - $0,00009 \text{ mol/m}^2$. Мінімальна концентрація NO_2 була за 2022 рік була $0,00006 \text{ mol/m}^2$. Максимальні середні концентрації діоксид азоту на сході Кіровоградської області. Мінімальні середні концентрації діоксид азоту на заході Кіровоградської області.

Згідно графіку динаміка середньої концентрації діоксид азоту протягом 12 місяців 2019-2022 років показала, що найбільші середні концентрації діоксид азоту взимку були в 2019 році, найменші середні концентрації діоксид азоту взимку були в 2020 році. Весною максимальні середні концентрації діоксид азоту були у 2019 році, а мінімальні, у 2020 році. Влітку найбільші середні концентрації діоксид азоту

були у 2019 році, а найменші у 2020 році. Восени максимальні середні концентрації діоксид азоту були у 2021 році, а мінімальні у 2020 році.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації метану (CH₄) в приземній атмосфері Кіровоградської області за період з 2019 по 2022 рр. максимальна концентрація метану була в 2022 році – 1907,04 mol/mol. Мінімальна концентрація метану була за 2021 рік була 1794,34 mol/mol. Максимальні середні концентрації метану були по всій Кіровоградській області 2020 та 2022 рр., а так локально (точково) по всій Кіровоградській області. Мінімальні середні концентрації метану були локально (точково) по всій Кіровоградської області.

Згідно графіку динаміка середньої концентрації метану протягом 12 місяців 2019-2022 років показала, що найбільші середні концентрації метану взимку були в 2022 році, найменші середні концентрації метану взимку були в 2019 році. Весною максимальні середні концентрації метану були у 2022 році, а мінімальні, у 2019 році. Влітку найбільші середні концентрації метану були у 2022 році, а найменші у 2019 році. Восени максимальні середні концентрації метану були у 2022 році, а мінімальні у 2019 році.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) в приземній атмосфері Кіровоградської області за період з 2019 по 2022 рр. максимальна концентрація монооксид вуглецю була в 2021 році - 0,0367904 mol/m². Мінімальна концентрація монооксид вуглецю була за 2022 рік була 0,0304206 mol/m². Максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були переважно в центрі та сході Кіровоградської області. Мінімальні середні концентрації монооксид вуглецю були переважно на заході Кіровоградської області.

Згідно графіку динаміка середньої концентрації монооксид вуглецю протягом 12 місяців 2019-2022 років показала, що найбільші середні концентрації монооксид вуглецю взимку були в 2021 році, найменші середні концентрації монооксид вуглецю взимку були в 2022 році. Весною максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були у 2019 році, а мінімальні, у 2022 році. Влітку найбільші середні концентрації монооксид вуглецю були у 2021 році, а найменші у 2022 році.

Восени максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були у 2021 році, а мінімальні у 2022 році.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Теоретичні відомості

Стаття перша Закону України про Охорону Праці (Визначення понять і термінів), роз'яснюється, що система організаційно-технічних, лікувально-профілактичних, правових, санітарно-гігієнічних та соціально-економічних заходів та засобів, а саме, які спрямовані на збереження здоров'я, життя, та працездатності людини у процесі трудової діяльності є Охороною праці.

Згідно статті другої Закону України про Охорону Праці (Сфера дії Закону), відомо, що дія Закону України про Охорону Праці поширюється на всіх фізичних та юридичних осіб. Ці особи відповідно до законодавства використовують найману працю. Цей закон поширюється також на всіх працюючих. [66]

3.2. Аналіз шкідливих та небезпечних чинників працівника

Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на виробництві в даному випадку в офісі, стосовно працівника. Є дуже багато шкідливих чинників, які впливають на здоров'я працівника. Нижче перелічені певні шкідливі чинники:

- 1) Проблеми, або відхилення від норми показників мікроклімату в офісі;
- 2) Проблеми з освітленням;
- 3) Медико-санітарні норми.

В даному пункті розділу Охорона праці будуть розглянуті чинники, такі як освітлення та гігієна робочого місця. Мікроклімат буде розглянутий у пункті: “Розробка заходів з охорони праці (за найбільш несприятливими чинниками на даному робочому місці)”.

Згідно статті 31 Закону України “Про систему громадського здоров'я” (Медико-санітарні вимоги щодо безпечності для здоров'я і життя людини

житлових приміщень), розглядається:

За освітленням, повітрообміном, площею, станом повітря, ізоляцією, плануванням, мікрокліматом за рівнями вібрації та шуму, неіонізуючого та іонізуючого випромінювання, повинні відповідати вимогам визначеним державними медико-санітарними нормативами та правилами – Житлові приміщення. Це забезпечується з метою нешкідливих і безпечних умов проживання. Все це незалежно від строку такого проживання.

3.2.1. Державні медико-санітарні нормативи (санітарні нормативи)

Параметри епідемічного благополуччя та безпечності середовища життєдіяльності людини, обов'язкові до виконання. Ці параметри, були затверджені центральним органом виконавчої влади. Цей орган забезпечує формування державної політики у сфері охорони здоров'я. Державна політика забезпечує аналіз ризиків, які є науково обґрунтованими на основі відповідних досліджень з вимогами забезпечення безпеки людського здоров'я та життя за медичними критеріями. Вони виражені у припустимому мінімальному або максимальному, якісному та(або) кількісному значенню показника, що характеризує фактор середовища життєдіяльності. Також державна політика характеризує стан здоров'я населення за критеріями фізичного розвитку, захворюваності, імунітету та поширеності хвороб тощо. Вона включає використання продукції та доступ населення та/або працівників на об'єкти після застосування небезпечних факторів, також протиепідемічні нормативи та епідеміологічні показники. Слід додати що до шкідливого впливу на здоров'я людини, може призвести недотримання цих норм та нормативів. [67]

Санітарні норми слід дотримуватися, задля забезпечення безпеки в офісі, та у будь-яких приміщеннях. Це дозволить забезпечити певну безпеку від хвороб пов'язаних імунною системою, хворобами поширеними вірусами та бактеріями, які є дуже небезпечним для здоров'я та життя працівника та присутнього в офісі, або приміщенні.

3.2.2. Проблематика освітлення

До зниження зорової працездатності призводять несприятливі умови освітлення. Розвиток загальної втоми в організмі працівника прискорює зорова втома. Зорова втома відображається на кількісних та якісних виробничих показниках.

Факторами, які зумовлюють зниження зорової працездатності, є саме:

- 1) Нерівномірність розподілу яскравості в приміщенні та на робочому місці
- 2) Недостатні рівні освітленості
- 3) Наявність у полі зору сліпучої яскравості.

Фактором, який значною мірою зумовлює безпеку праці є раціональне освітлення. Раціональне освітлення створює у працівників певний психологічний тонус. Також попереджує загальну та зорову втому, також сприяє високопродуктивній праці. Засліпаюча дія джерела світла, низький рівень освітленості, нерівномірне освітлення робочої зони, пульсація світлового потоку можуть порушити правильне сприйняття навколишніх предметів, також може призвести до різних захворювань зору, також це може до травматизма зору.

Отже, з цього видно, що для забезпечення стабільності та для покращення умов, необхідні мати достатній рівень освітленості. [68]

3.3. Проблеми мікроклімату, як найбільш несприятливий чинник

На мою думку, найбільш несприятливим чинником є недотримання умов мікроклімату.

За допомогою комплексу заходів та засобів колективного захисту здійснюється нормалізація параметрів мікроклімату. Засоби колективного захисту, включають в собі:

- будівельно-планувальні;
- санітарно-гігієнічні;

- організаційно-технологічні;
- технічні, тощо.

Засоби індивідуального захисту використовуються для профілактики переохолоджень та перегрівань.

Серед основних засобів та заходів нормалізації параметрів мікроклімату на виробництві є:

– удосконалення устаткування та технологічних процесів. Важливим є впровадження устаткування та нових технологій. Вони повинні бути пов'язані з необхідністю проведення робіт, в умовах інтенсивного нагріву. Ці технології дадуть можливість зменшити виділення тепла у виробничі приміщення.

– Кондиціонування повітря, опалення та раціональна вентиляція. Найбільш поширеними способами нормалізації мікроклімату у виробничих приміщеннях є параметри: кондиціонування повітря, опалення та раціональна вентиляція.

– Застосування захисних екранів та теплоізоляції устаткування. Азбест, склотканина, керамзит, азбоцемент, пінопласт – це теплоізоляційні матеріали широко використовуються. Захисні екрани з метою огороження джерел теплового випромінювання від робочих місць – застосовують на виробництві.

– Дистанційне керування технологічними процесами та автоматизація. В багатьох випадках вивести людину із виробничих зон, де діють несприятливі чинники, дозволяє цей захід.

– Використання засобів індивідуального захисту. Для профілактики перегрівання важливе значення мають індивідуальні засоби захисту.

– Раціоналізація відпочинку та режимів праці. Воно досягається введенням додаткових перерв, скорочення тривалості робочої зміни, скорочення умов до ефективного відпочинку в приміщеннях. В цих приміщеннях повинні бути нормальні метеорологічні умови.

– Раціональне розміщення технологічного устаткування. Біля зовнішніх стін будівлі в один ряд у відстані один від одного, щоб теплові потоки від них не

перехресувались на робочих місцях, також під аераційним ліхтарем бажано розміщувати основні джерела теплоти. Окремі приміщення потрібно передбачити, для охолодження гарячих виробів. Розміщення обладнання, що виділяє тепло, на відкритих майданчиках та в ізольованих приміщеннях – є найкращим рішенням. [69]

3.4. Порівняння значень параметрів мікроклімату з Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99

Було отримано завдання: порівнянням значень параметрів мікроклімату з Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Був проведений замір температури, відносної вологості в приміщенні. Зі стандартів було взято швидкість вітру в приміщенні. Протягом 10 днів були взяті заміри температури та відносної вологості в приміщенні. Нище приведено таблицю з 10 значеннями параметрів за 10 днів спостереження (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1

Дані параметрів спостереження впродовж 10 днів

Дата заміру	Температура в приміщенні °С	Відносна вологість	Швидкість вітру в приміщенні м/с
24.11.2023	22	70	0,1
25.11.2023	23	70	0,1
26.11.2023	24	65	0,1
27.11.2023	25	64	0,1
28.11.2023	24	62	0,1
29.11.2023	23	61	0,1
30.11.2023	25	63	0,1

Дата заміру	Температура в приміщенні °С	Відносна вологість	Швидкість вітру в приміщенні м/с
01.12.2023	24	64	0,1
02.12.2023	25	68	0,1
03.12.2023	24	63	0,1

Таблиця 3.2

Середнє значення параметрів мікроклімату за 10 днів спостереження

Температура в приміщенні °С	Відносна вологість	Швидкість вітру в приміщенні м/с
24	65	0,1

Згідно Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, порівнюючи значення параметрів для холодного пори року видно, що параметри співпадають з категорією робіт Ia.

Категорія Ia, являє собою легкі фізичні роботи (категорія I), які охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.). [70]

3.5. Пожежна безпека

Згідно Кодексу цивільного захисту України – стан захищеності життя, майна, здоров'я людини та навколишнього середовища від пожеж, який характеризується досягненням прийняттого рівня ризику пожеж є Пожежна Безпека. [71]

Невіддільна частина організації робочого простору, а також процесів згідно з нормами чинного законодавства є протипожежна безпека на підприємстві в Україні.

Дуже важливо виконувати вимоги пожежної безпеки, які зафіксовані на законодавчому рівні.

Необхідно усвідомлювати зміни, а також коригувати організаційну роботу в секторі виробництв та компаній.

Дуже важливим рішенням є необхідність дуже часто проводити моніторинг нормативної бази. Також важливим значенням є спеціальне навчання, для того, щоб оновити практичні навички та теоретичну базу співробітників під нові стандарти, а також правила.

В комплекс заходів з охорони праці входить пожежна безпека. Також організаційна робота в даній сфері на об'єктах господарювання включає розширений спектр заходів, серед них:

- Мінімізація ризику виникнення пожеж
- Контроль дотримання норм законодавства та протипожежних вимог
- Зовнішнє та внутрішнє навчання співробітників
- Створення безпечних умов праці
- Розробка та імплементація регламентів з евакуації та порятунку з місць

пожеж, а також по гасінню пожеж.

- Забезпечення необхідними засобами для запобігання займання та усунення самих пожеж та їх наслідків.

У випадку оренди площі іншої особи підприємства, підприємство та його сторони повинні в письмовій формі домовитися, а саме, хто з них або на яких умовах здійснює ці роботи. [72]

3.6. Висновки до розділу

Згідно результатів можна зробити висновок, що робоче місце має певні недоліки, але відповідає, що:

Згідно Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99, порівнюючи значення параметрів для холодного пори року видно, що параметри співпадають з категорією робіт Іа.

Категорія Іа, являє собою легкі фізичні роботи (категорія І), які охоплюють види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.).

Можливо дати певні рекомендації до покращення умов праці, а саме, зменшити рівень вологості, тому що підвищена вологість може негативно впливати на організм і можливо в майбутньому призвести до хронічних захворювань.

В основному приміщення відповідає нормам охорони праці.

ВИСНОВКИ

Таким чином, регіон інтересу (Кіровоградська область) був обраний, тому що з урахуванням особливості цього регіону. Кіровоградська область є унікальною з різноманітних причин. Серед них є те, що область має вигідне економічне географічне положення, серед яких вона є багатою на мінеральні ресурси, серед них залізо, нікель, буре вугілля тощо. Слід додати, що однією з основних особливостей Кіровоградської області є наявність уранових родовищ та шахт урановидобування, таких як: Смолінська шахта, Інгульська шахта та Новоконстянінівська шахта. Серед того Кіровоградська область є частиною Українського щита, що також пояснює її багатства на мінеральні ресурси. Клімат Кіровоградської області має добре виражені пори року. Клімат є помірно-континентальний, а також недостатньо вологим. Також слід зазначити, що область знаходиться в лісо-степовій зоні, має вихід до річки Дніпро, яка є одним із ресурсів, який забезпечує водою Кіровоградську область.

Одними з основних положень, які розглядалися у розділі, була характеристика та огляд поверхневої температури земної поверхні, парникових газів, серед яких обрано основні з якими в наступному розділі продовжаться детальні дослідження з визначенням їх концентрацій по Кіровоградській області, серед них є діоксид азоту, метан та монооксид вуглецю.

Середні температури земної поверхні за період з 2002 до 2022 рр. різняться від мінімальної 10,2°C до максимальної 20,6°C температури. Мінімальна середня температура спостерігається в зоні річки Дніпро, що є репрезентативним результатом. Максимальні середні температури спостерігаються у південній частині Кіровоградської області. Помірні середні температури спостерігаються в основному в північно-східній частині області та на заході точковими показниками. В центрі Кіровоградської області спостерігається мінімальні змінення в динаміці середніх температур.

Згідно результатів динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки різняться від 9,2 °C

по 24,9°C. Якщо ж порівнювати знімки динаміки середньої температури земної поверхні переважно максимальні температури переважають на півдні та заході Кіровоградської області. Мінімальні температури переважають на півночі та на сході Кіровоградської області. Можна сказати що більш мінімальні температури спостерігаються в зоні річки Дніпро.

Згідно результатів різниці динаміки середніх температур земної поверхні Кіровоградської області між 2022 - 2002, 2022 - 2007, 2022 – 2012, 2022 - 2017 роками різняться між -6°C по +5,8°C. Якщо ж порівнювати знімки динаміки різниці середньої температури земної поверхні переважно максимальні температури переважають на західній частині та локально (точково) по всій Кіровоградській області. Мінімальні температури переважають в центральній та східній, а також локально (точково) по всій Кіровоградській області.

В онлайн програмному застосунку Google Earth Engine було згенеровано таблиці даних за 2002, 2007, 2012, 2017 та 2022 роки.

Згідно таблиць та побудованих графіків визначено, що температура Кіровоградської області для кожного року в межах -16,07°C - 39,245°C, У лютому 2012 року була найнижча температура -11,14 °C, а найвища - у липні 2007 +36,6°C.

Згідно побудованих таблиць мінімальних, середніх та максимальних температур за 2002, 2007, 2012, 2017, та 2022 роки (масив даних - 46 значень). Найнижча мінімальна температура була у 2012 році -16,09°C, найвища мінімальна температура була зафіксована у 2022 році -9,34°C.

Серед середніх значень найнижча середня температура була у 2012 році, а саме 15,69°C, найвища середня температура була у 2007 році, а саме 17,46°C.

Серед максимальних значень найнижча максимальна температура була у 2022 році, а саме 33,67°C, найвища максимальна температура була у 2007 році, а саме 39,25°C.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації діоксид азоту (NO₂) в приземній атмосфері Кіровоградської області за період з 2019 по 2022 рр. максимальна концентрація NO₂ була в 2021 році - 0,00009 mol/m². Мінімальна концентрація NO₂ була за 2022 рік була 0,00006 mol/m². Максимальні середні

концентрації діоксид азоту на сході Кіровоградської області. Мінімальні середні концентрації діоксид азоту на заході Кіровоградської області.

Згідно графіку динаміка середньої концентрації діоксид азоту протягом 12 місяців 2019-2022 років показала, що найбільші середні концентрації діоксид азоту взимку були в 2019 році, найменші середні концентрації діоксид азоту взимку були в 2020 році. Весною максимальні середні концентрації діоксид азоту були у 2019 році, а мінімальні, у 2020 році. Влітку найбільші середні концентрації діоксид азоту були у 2019 році, а найменші у 2020 році. Восени максимальні середні концентрації діоксид азоту були у 2021 році, а мінімальні у 2020 році.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації метану (CH₄) в приземній атмосфері Кіровоградської області за період з 2019 по 2022 рр. максимальна концентрація метану була в 2022 році – 1907,04 mol/mol. Мінімальна концентрація метану була за 2021 рік була 1794,34 mol/mol. Максимальні середні концентрації метану були по всій Кіровоградській області 2020 та 2022 рр., а так локально (точково) по всій Кіровоградській області. Мінімальні середні концентрації метану були локально (точково) по всій Кіровоградської області.

Згідно графіку динаміка середньої концентрації метану протягом 12 місяців 2019-2022 років показала, що найбільші середні концентрації метану взимку були в 2022 році, найменші середні концентрації метану взимку були в 2019 році. Весною максимальні середні концентрації метану були у 2022 році, а мінімальні, у 2019 році. Влітку найбільші середні концентрації метану були у 2022 році, а найменші у 2019 році. Восени максимальні середні концентрації метану були у 2022 році, а мінімальні у 2019 році.

Згідно результатів динаміки середньої концентрації монооксид вуглецю (CO) в приземній атмосфері Кіровоградської області за період з 2019 по 2022 рр. максимальна концентрація монооксид вуглецю була в 2021 році - 0,0367904 mol/m². Мінімальна концентрація монооксид вуглецю була за 2022 рік була 0,0304206 mol/m². Максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були переважно в центрі та сході Кіровоградської області. Мінімальні середні концентрації монооксид вуглецю були переважно на заході Кіровоградської області.

Згідно графіку динаміка середньої концентрації монооксид вуглецю протягом 12 місяців 2019-2022 років показала, що найбільші середні концентрації монооксид вуглецю взимку були в 2021 році, найменші середні концентрації монооксид вуглецю взимку були в 2022 році. Весною максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були у 2019 році, а мінімальні, у 2022 році. Влітку найбільші середні концентрації монооксид вуглецю були у 2021 році, а найменші у 2022 році. Восени максимальні середні концентрації монооксид вуглецю були у 2021 році, а мінімальні у 2022 році.

Згідно результатів кваліфікаційної роботи, можна сказати, що:

1) Зміна середньої температури земної поверхні у Кіровоградській області, можна сказати, що ця зміна дуже сильно впливає на зміну клімату. Підвищення температури земної поверхні не є результатом викидів, а є особливістю геологічної будови Кіровоградської області. Але ця особливість глибоко впливає на зміну клімату, як доповнення впливу парникового ефекту. Отже особлива геологічна будова, а також підвищена глобальна температура сильно впливає на зміну клімату.

2) Підвищення середніх концентрацій забруднюючих речовин такі як діоксиду азоту, метану та монооксиду вуглецю є глобальними, підвищення концентрацій діоксиду азоту є наслідком викидів від підприємств, вихлопних газів автомобілів, тощо. Концентрації рівня метану та монооксиду вуглецю є взаємопов'язаними. Збільшення концентрації метану є глобальним індикатором, який відбувається по всьому світу.

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adedeji, O., Reuben, O. and Olatoye, O. Global Climate Change. *Journal of Geoscience and Environment Protection*. 2014. № 2. P. 114-122. doi: 10.4236/gep.2014.22016.
2. Climate Change 2022 Mitigation of Climate Change. (2022). Intergovernmental Panel on Climate Change. ISBN 978-92-9169-160-9. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf (дата звернення: 12.10.2023).
3. Tymchyshyn M. A., Dudar T. V. Monitoring of long-term dynamics of earth`s surface temperature using remote sensing methods: the Kirovohrad oblast case study. All-Ukrainian student English-speaking conference April 19, 2023, Kharkiv, Ukraine “Ecology is a priority” at V. N. Karazin Kharkiv National University. P. 106-109 [In Ukrainian].
4. Raj, B., & Singh, O. Study of Impacts of Global Warming on Climate Change: Rise in Sea Level and Disaster Frequency. *InTech*. 2012. doi: 10.5772/50464.
5. Клімат і рельєф Кіровоградської області, історія заселення Кіровоградщини. URL: <http://ukrssr.com.ua/kirovograd/klimat-i-relyef-kirovogradskoyi-oblasti-istoriya-zaselennya-kirovogradshhini> (дата звернення: 13.10.2023).
6. Кіровоградська область. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C (дата звернення: 13.10.2023).
7. Kirovohrad_in_Ukraine. URL: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/43/Kirovohrad_in_Ukraine.svg/1280px-Kirovohrad_in_Ukraine.svg.png (дата звернення 14.10.2023).

8. Тектонічна карта України Масштаб 1:1 000 000. Частина II тектоніка фундаменту Українського Щита. (2007). *Київ.УкрДГРІ*. 88 с. URL: <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/09/6.-Zapyska-TK-Ukrainy-ch-II-USHCN.pdf> (дата звернення: 14.10.2023).

9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2020 році. 2021. URL: <https://library.kr.ua/wp-content/uploads/2022/06/dopovid2020.pdf> (дата звернення: 15.10.2023).

10. Смолінська шахта. URL: <http://vostgok.com.ua/sites/default/files/pictures/%D0%B5.jpg> (дата звернення: 16.10.2023).

11. Смолінська шахта. URL: <https://vostgok.com.ua/%D0%A1%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D1%88%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B0> (дата звернення: 16.10.2023).

12. Інгульська шахта. URL: <http://vostgok.com.ua/sites/default/files/color/clgmine.png> (дата звернення: 16.10.2023).

13. Інгульська шахта. URL: <https://vostgok.com.ua/%D0%86%D0%BD%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D1%88%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B0> (дата звернення: 17.10.2023).

14. Новокостянтинівська шахта. URL: http://vostgok.com.ua/sites/default/files/pictures/68990129_2659015824111325_8121637591704403968_n.jpg (дата звернення: 18.10.2023).

15. Новокостянтинівська шахта. URL: <https://vostgok.com.ua/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8F%D0%BD%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D1%88%D0%B0%D1%85%D1%82%D0%B0> (дата звернення: 18.10.2023)

16. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Кіровоградської області у 2021 році. 2022. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Kirovogradska-ODA-2021.pdf> (дата звернення: 19.10.2023).
17. Hulley, G. C., Ghent, D., Göttsche, F. M., Guillevic, P. C., Mildrexler, D. J., & Coll, C. Land Surface Temperature. *Taking the Temperature of the Earth*. 2019. P. 57–127. doi:10.1016/b978-0-12-814458-9.00003-4
18. Orimoloye, I. R., Mazinyo, S. P., Nel, W., & Kalumba, A. M. Spatiotemporal monitoring of land surface temperature and estimated radiation using remote sensing: human health implications for East London, South Africa. *Environmental Earth Sciences*. 2018. № 77(3). doi:10.1007/s12665-018-7252-6
19. Ibrahim, M. and Abu-Mallouh, H. Estimate Land Surface Temperature in Relation to Land Use Types and Geological Formations Using Spectral Remote Sensing Data in Northeast Jordan. *Open Journal of Geology*. 2018. № 8. P. 174-185. doi: <https://doi.org/10.4236/ojg.2018.82011>
20. Solanky, V., Singh, S., Katiyar, S.K. Land Surface Temperature Estimation Using Remote Sensing Data. In: Singh, V., Yadav, S., Yadava, R. (eds) Hydrologic Modeling. *Water Science and Technology Library*. Springer, Singapore. 2018. № 81. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5801-1_24
21. Sun, Q., Wu, Z., & Tan, J. The relationship between land surface temperature and land use/land cover in Guangzhou, China. *Environmental Earth Sciences*. 2011. № 65(6). P. 1687–1694. doi:10.1007/s12665-011-1145-2
22. M. A. Tymchyshyn, Dudar T.V. The relationship between the normalized difference vegetation index and the land's surface temperature. XVII Pan-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students “Environmental Safety of the State”, Kyiv, April 20, 2023, National Aviation University. – K.: NAU, 2023. – p. 54-55. URL: https://febit.nau.edu.ua/wp-content/uploads/2023/05/zbirnyk_ebd-2023.pdf

23. Tymchyshyn M. A., Dudar T. V. Monitoring of long-term dynamics of earth's surface temperature using remote sensing methods: the Kirovohrad oblast case study. All-Ukrainian student English-speaking conference April 19, 2023, Kharkiv, Ukraine "Ecology is a priority" at V. N. Karazin Kharkiv National University. p. 106-109. URL: <https://ecology.karazin.ua/wp-content/uploads/2023/04/ecology-is-a-a-priority-zbirka-2023-final.pdf>
24. Kweku, D. W., Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K. A., Danso, K. B., Oti-Mensah, E. A., Quachie, A. T., & Adormaa, B. B. Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming. *Journal of Scientific Research and Reports*. (2018). № 17(6). P. 1–9. <https://doi.org/10.9734/JSRR/2017/39630>
25. Bulege Gutiérrez, W. Emisiones de gases de efecto invernadero y cambio climático. *Apuntes De Ciencia & Sociedad*. 2013. № 3(2). <https://doi.org/10.18259/acs.2013012>
26. Sarpong, S. A., Donkoh, R. F., & Lee, Y. Understanding NO₂ Concentration Dynamics within Tema Metropolitan Area of Ghana Using Generalized Linear Model. *Atmosphere*. 2022. № 13(1). P. 91. <https://doi.org/10.3390/atmos13010091>
27. Yelistratova L. A., Apostolov A. A., Tymchyshyn M. A. Possibilities of remote sensing for monitoring the spread of pollutants (for example, nitrogen dioxide (NO₂)) in cities of Ukraine. International scientific conference "Natural sciences: history, the present time, the future, EU experience" : conference proceedings (September 6–7, 2023, Wloclawek, the Republic of Poland). Riga, Latvia : «Baltija Publishing» 2023. P 39-42 doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-344-6-9>
28. Chuturkova, Rozalina. Long-term Observation of Atmospheric Pollution in an Industrial Region in North-East Bulgaria during 2000-2015: Possibilities to Improve Air Quality. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*. 2017. № 11. P. 31-42. doi: 10.9790/2402-1105023142
29. Maryam Idris, Darma T.H., Koki F.S., Suleiman A., Ali M.H., Yarima S.U., Aliyu A. An analysis of air pollution at some industrial areas of Kano using the AERMOD Model. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*. 2020. № 12. P. 117-127. doi: 10.4314/bajopas.v12i1.20S

30. Saxena, P., Sonwani, S. Primary Criteria Air Pollutants: Environmental Health Effects. *In: Criteria Air Pollutants and their Impact on Environmental Health*. Springer, Singapore. 2019. doi: 10.1007/978-981-13-9992-3_3
31. Kharytonov M., Bensehoub A., Kryvakovska R., Klimkina I., Bouhedja A., Bouabdallah S., Chaabia R., Vasylyeva T.I. Risk assessment of aerotechnogenic pollution generated by industrial enterprises in Algeria and Ukraine. *Studia Universitatis Vasile Goldis Arad, Seria Stiintele Vietii*. 2017. № 27. P. 99-104. URL: https://www.researchgate.net/publication/321920321_Risk_assessment_of_aerotechnogenic_pollution_generated_by_industrial_enterprises_in_Algeria_and_Ukraine_tqyym_mkhatr_tlwth_alhwa_alnatj_n_almwssat_alsnayt_fy_aljzayr_wawkranya_Evaluation_des_risques_d
32. Wagner, E. Impacts on air pollution in urban areas. *Environmental Management*. 1994. № 18, P. 759–765. doi: 10.1007/BF02394638
33. Biswas, M.S., Ghude, S.D., Gurnale, D., Prabhakaran, T. and Mahajan, A.S. Simultaneous Observations of Nitrogen Dioxide, Formaldehyde and Ozone in the Indo-Gangetic Plain. *Aerosol Air Qual. Res.* 2019. № 19. P. 1749-1764. doi: 10.4209/aaqr.2018.12.0484
34. Zhang Miao, Longyu Shi, Xiaofei Ma, Yang Zhao, and Lijie Gao. Study on Comprehensive Assessment of Environmental Impact of Air Pollution. *Sustainability*. 2021. № 13(2). P. 476. doi: 10.3390/su13020476
35. Gordana Kaplan, Zehra Yigit Avdan, and Ugur Avdan. Spaceborne Nitrogen Dioxide Observations from the Sentinel-5P TROPOMI over Turkey. *Proceedings*. 2019. № 18(1). P. 4. doi: 10.3390/ECRS-3-06181
36. Yelistratova L., Romanciuc I., Apostolov A. Analysis of NO₂ air pollution: case of Ukraine. The 7th International Conference: "Ecological and Environmental Chemistry-2022", March 3-4, 2022, Chisinau, Republic of Moldova EEC-2022 Abstract Book. 2022. № 1. P.133-135. doi: <http://dx.doi.org/10.19261/eec.2022.v1>
37. Lyalko V. I., Yelistratova L. A., Apostolov A. A., Romanciuc I. F. Remote monitoring of the atmosphere in Ukraine during the COVID-19 restrictions. *Ukraine journal of remote sensing*. 2020. № 26. P. 48-54. doi: 10.36023/ujrs.2020.26.182

38. Lesya Yelistratova, Alexander Apostolov, Artur Khodorovskiy, Maksym Tymchyshyn. Monitoring Nitrogen Dioxide (NO₂) in Environment of Ukraine based on Satellite Data. *Geomatics and Environmental Engineering*. 2023. № 17(6). P. 95-110. Doi: <https://doi.org/10.7494/geom.2023.17.6.95>
39. Vîrghileanu, M., Săvulescu, I., Mihai, B.-A., Nistor, C., & Dobre, R. Nitrogen Dioxide (NO₂) Pollution Monitoring with Sentinel-5P Satellite Imagery over Europe during the Coronavirus Pandemic Outbreak. *Remote Sensing*. 2020. №12(21). P. 3575. Doi: <https://doi.org/10.3390/rs12213575>
40. Banaji, S. Nitrogen Dioxide, Carbon Monoxide, Natural and Anthropomorphic Effects, and Earth's Changing Climate. *Atmospheric and Climate Sciences*. 2023. № 13. P. 62-71. doi: 10.4236/acs.2023.131005.
41. Andre Van Amstel. Methane. A review. *Journal of Integrative Environmental Sciences*. 2012. № 9(1). P. 5-30, doi: 10.1080/1943815X.2012.694892
42. Wilson, S., & Mortimer, S. Chapter 19 Methane gas hazard. Geological Society, London. *Engineering Geology Special Publications*. 2020. № 29(1). P. 457–478. doi:10.1144/egsp29.19
43. Wuebbles, D. J., & Hayhoe, K. Atmospheric Methane: Trends and Impacts. Non-CO₂ Greenhouse Gases: Scientific Understanding, Control and Implementation. 2000. P. 1–44. doi:10.1007/978-94-015-9343-4_1
44. Feng L., Palmer P.I., Zhu S., Parker R., Liu Y. Tropical methane emissions explain large fraction of recent changes in global atmospheric methane growth rate. *Nat Commun*. 2022. № 13. P. 1378. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28989-z>
45. Harmsen, M., van Vuuren, D.P., Bodirsky, B.L., Chateau, J., Durand-Lasserre, O., Drouet, L., Fricko, O., Fujimori, S., Gernaat, D., Hanaoka, T., Hilaire, J., Keramidas, K., Luderer, G., Moura, M., Sano, F., Smith, S., Wada, K. The role of methane in future climate strategies: mitigation potentials and climate impacts. *Climatic Change*. 2020. № 163. P. 1409–1425. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02437-2>
46. Hope, C. The Climate Change Benefits of Reducing Methane Emissions. *Climatic Change*. 2005. № 68. P. 21–39. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-005-1052-1>

47. Reay, D.S., Smith, P., Christensen, T.R., James, R.H., Clark, H. Methane and global environmental change. *Annual Review of Environment and Resources*. 2018. № 43. P. 165–192. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030154>
48. Thakur, S. and Solanki, H. Role of Methane in Climate Change and Options for Mitigation-A Brief Review. *International Association of Biologicals and Computational Digest*. 2022. № 1(2). P. 275–281. DOI: <https://doi.org/10.56588/iabcd.v1i2.80>
49. Zimmermann P. H., Brenninkmeijer C. A. M., Pozzer A., Jöckel P., Winterstein F., Zahn A., Houweling S. and Lelieveld J. Model simulations of atmospheric methane (1997–2016) and their evaluation using NOAA and AGAGE surface and IAGOS-CARIBIC aircraft observations. *Atmos. Chem. Phys.* 2020. № 20. P. 5787–5809. DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-20-5787-2020>
50. Rahilly, L., & Mandell, D. C. Carbon Monoxide. *Small Animal Critical Care Medicine*. 2009. P. 369–373. doi:10.1016/b978-1-4160-2591-7.10087-6
51. Dey, S., & Dhal, G. C. Materials progress in the control of CO and CO₂ emission at ambient conditions: An Overview. *Materials Science for Energy Technologies*. 2019. № 2(3). P. 607-623. doi:10.1016/j.mset.2019.06.004
52. Sandilands, E. A., & Bateman, D. N. Carbon monoxide. *Medicine*. 2016. № 44(3). P. 151–152. doi:10.1016/j.mpmed.2015.12.024
53. Zhou, M., Jiang, J., Langerock, B., Dils, B., Sha, M., & De Mazière, M. Change of CO Concentration Due to the COVID-19 Lockdown in China Observed by Surface and Satellite Observations. *Remote Sensing*. 2021. № 13(6). P. 1129. Doi: <https://doi.org/10.3390/rs13061129>
54. Magro, C., Nunes, L., Gonçalves, O., Neng, N., Nogueira, J., Rego, F., & Vieira, P. Atmospheric Trends of CO and CH₄ from Extreme Wildfires in Portugal Using Sentinel-5P TROPOMI Level-2 Data. *Fire*. 2021. № 4(2). P. 25. Doi: <https://doi.org/10.3390/fire4020025>

55. Mermigkas, M., Topaloglou, C., Koukouli, M.-E., Balis, D., Hase, F., Dubravica, D., Borsdorff, T., & Lorente, A. Sentinel-5P/TROPOspheric Monitoring Instrument CH₄ and CO Total Column Validation over the Thessaloniki Collaborative Carbon Column Observing Network Site, Greece. *Environmental Sciences Proceedings*. 2023. № 26(1). P. 188. Doi: <https://doi.org/10.3390/environsciproc2023026188>
56. Tian, Y., Hong, X., Shan, C., Sun, Y., Wang, W., Zhou, M., Wang, P., Lin, P., & Liu, C. Investigating the Performance of Carbon Monoxide and Methane Observations from Sentinel-5 Precursor in China. *Remote Sensing*. 2022. № 14(23). P. 6045. <https://doi.org/10.3390/rs14236045>
57. Wieczorek, B. Air Pollution Patterns Mapping of SO₂, NO₂, and CO Derived from TROPOMI over Central-East Europe. *Remote Sensing*. 2023. № 15(6). P. 1565. <https://doi.org/10.3390/rs15061565>
58. Google Earth Engine. URL: <https://earthengine.google.com/> (дата звернення: 07.11.2023).
59. Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS). URL: <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/> (дата звернення: 08.11.2023).
60. MOD11A2.061 Terra Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km. URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MOD11A2#bands (дата звернення: 10.11.2023).
61. ArcGIS. URL: <https://www.arcgis.com/index.html> (дата звернення: 10.11.2023).
62. Sentinel-5P NRTI NO₂: Near Real-Time Nitrogen Dioxide. URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_NRTI_L3_NO2 (дата звернення: 10.11.2023)
63. Sentinel-5P OFFL CH₄: Offline Methane. URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_OFFL_L3_CH4 (дата звернення: 12.11.2023).

64. Tymchyshyn M.A., Yelistratova L.A., Apostolov A.A., Khodorovskyi A.Ya., Zakharchuk I.V. Satellite monitoring of methane content in the atmosphere on the territory of Ukraine. *XVII International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”*. 2023. P. 1-5. URL: <https://eage.in.ua/wp-content/uploads/2023/11/Mon23-033.pdf> (Scopus).

65. Sentinel-5P NRTI CO: Near Real-Time Carbon Monoxide. URL: https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/COPERNICUS_S5P_NRTI_L3_CO (дата звернення: 14.11.2023).

66. Закон України “Про охорону праці” Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-XII від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669. Чинна редакція: від 01.10.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 19.11.2023)

67. Закон України “Про систему громадського здоров’я” Документ 2573-IX, (6 вересня 2022 року) чинний, Редакція від 06.11.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> (дата звернення: 19.11.2023)

68. Погане освітлення на робочому місці може призвести до неврозу. URL: [https://oppb.com.ua/news/pogane-osvitlennya-na-robochomu-misci-mozhe-pryzvesty-do-nevrozu-](https://oppb.com.ua/news/pogane-osvitlennya-na-robochomu-misci-mozhe-pryzvesty-do-nevrozu-0#:~:text=%D0%9D%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%B5%20%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%20%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8,%2C%20%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%2C%20%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%20%D1%82%D0%BE%D1%89%D0%BE)

0#:~:text=%D0%9D%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%BE%D0%BD%D0%B0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B5%20%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%B5%20%D0%BD%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%8F%D1%82%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%BE%20%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%B8,%2C%20%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%20%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%83%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%2C%20%D0%BD%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B8%20%D1%82%D0%BE%D1%89%D0%BE. (дата звернення: 24.11.2023)

69. Загальні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату. URL: <https://oppb.com.ua/news/zagalni-zahody-ta-zasoby-normalizaciyi-parametriv-mikroklimatu> (дата звернення: 25.11.2023)

70. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. N 42 від 01.12.99 м.Київ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 03.12.2023)

71. Кодекс Цивільного Захисту України. Документ 5403-VI, чинний, поточна редакція — Редакція від 27.11.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення: 03.12.2023)

72. Пожежна безпека на підприємстві: правила та організація. URL: <https://oppb.com.ua/articles/pozhezhna-bezpeka-na-pidpryyemstvi-pravyly-ta-organizaciya> (дата звернення: 03.12.2023)